كل شيء عن ٢

عجائب الكيميا

تأليف

إيرا فريمان

ترجمة

عواطف عبد الجليل

مراجعة

الدكتور محمد صابر سليم



دار المعارف بمصر

الناشر : دار المعارف بمصر — ١١١٩ كورنيش النيل — القاهرة ج. م. ع.

عجائب الكيميا

نشر هذا الكتاب بالاشتراك

مع

مؤسسة فرانكلين للطباعة والنشر

القاهرة — نيويورك

الطبعة الأولى : يونية ١٩٦١

الطبعة الثانية : يونية ١٩٦٦

الطبعة الثالثة : مايو ١٩٧١

المشتركون فى هذا الكتاب

المؤلف

إيرافريمان : يقيم فى مدينة نيوبرونزيك بولاية نيوجيرسى ، حيث يعمل أستاذاً مساعداً بجامعة رتجرز . وإلى جانب اشتغاله بالبحث العلمى وتأليف كتب عدة فى هذا الميدان ، فإنه يخصص الكثير من الجهد لتبسيط العلوم للقارئ العادى . وقد قضى عاماً فى باريس يعمل مستشاراً لمنظمة اليونسكو التابعة لهيئة الأمم المتحدة ، وهناك عمل على تطوير وسائل تدريس العلوم فى الدول الأعضاء فى المنظمة .

لقيت كتبه التى ألفها لصغار السن من القراء رواجاً كبيراً .

المترجمة

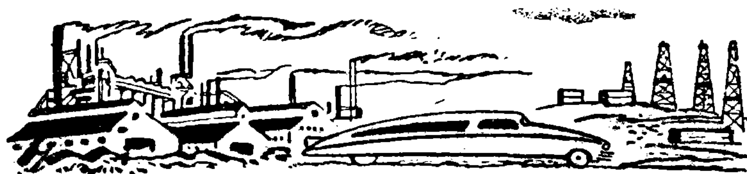
عواطف عبد الجليل : حصلت على بكالوريوس العلوم مع مرتبة الشرف من جامعة القاهرة عام ١٩٥١ ، وعلى ماجستير فى علم الفسيولوجيا التجريبية من جامعة القاهرة عام ١٩٥٣ . بدأت حياتها الصحفية بدار أخبار اليوم وعملت فى جرائد القاهرة والشعب والمساء ، كما عملت بدار الهلال . تقوم بتدريس فن الإخراج الصحفى لطلبة وطالبات قسم الصحافة بجامعة القاهرة .

المراجع

الدكتور محمد صابر سليم : الأستاذ بكلية التربية بجامعة عين شمس . تخرج فى كلية العلوم ، جامعة القاهرة (قسم العلوم البيولوجية) عام ١٩٤٢ . حصل على دبلوم معهد التربية العالى للمعلمين عام ١٩٤٤ . حصل على درجة الماجستير من جامعة ستانفورد بكاليفورنيا عام ١٩٤٩ ، وعلى الدكتوراه من الجامعة ذاتها عام ١٩٥١ . عضو بهيئة التدريس بجامعة عين شمس منذ ١٩٥١ .

مصمم الغلاف

الفنان إيهاب شاكر



محتويات الكتاب

مقدمة

بقلم

عواطف عبد الجليل

كان أول كيموى عرفته الدنيا ، هو ذلك العبقرى الخالد .. . رجل الكهف ، الإنسان الأول الذى حاكى الريح وهى تحدث البرق ، فراح يقدح الحجر لتبعث له أول شرارة من نار ، فاستضاء بوهيج النار ، واستدفأ بلهيبها ، وطها طعامه بنيرانها ، عندما حدث ذات يوم أن ألقت إحدى الأرانب البرية بنفسها فى النار خطأ ، فتبين له رائحة سال لها لعابه ، وهرع نحوها يتذوقها فإذا بها أشهى ألف مرة من اللحم النيء الذى اعتاد أن يأكله كلما قنص صيداً .

كان ذلك منذ آلاف السنين لا يعرف عددها غير الله ، وبهذه الطريقة البدائية التى لا تخلو من عبقرية بادية ، مضى الإنسان يبحث وراء أسرار الطبيعة ، ويقتبس منها ، ليجعل من حياته شيئاً أثمن وأغلى وأجمل وأبعث على التشبث بها ، وأجدر بالإنسان أن يحياها .

وعرف الناس الذهب معدناً ثميناً فتطلعت إليه العيون ، وتحركت من أجله القلوب ، وعرفوا معادن أخرى كثيرة ، وجدت فى الطبيعة جنباً إلى جنب ، ولكنها لا تحظى بشيء من كرامة الذهب ، أو أصالته ، أو مكانته فى النفوس وسبحان مقسم الحظوظ . . . وكانت فكرة اختمرت فى رأس نفر من المستنيرين فى تلك الأيام السحيقة من عمر الحضارة : لماذا لا يبحثون فى تحويل هذه المعادن البائسة التى لا حول لها ولا قوة رغم أنها توجد بكميات هائلة فى الطبيعة إلى هذا المعدن السعيد الذى ينفرد بالنفوذ والسلطان . . . ؟ . . . لماذا لا يحولون الرصاص والنحاس والحديد إلى ذهب نضار . . . ؟

وكانت هذه الفكرة هى الشرارة التى أشعلت نيران البحوث الكيموية داخل المعامل ، وظلت النيران مشتعلة حتى كتابة هذه السطور ، ولا شك أن الشعلة ستظل كذلك إلى ما شاء الله .

حقيقة أن العباقرة الأوائل لم ينجحوا فى تحويل الرصاص إلى ذهب ، وتخبطوا كثيراً فى تجاربهم ، ونال بعضهم دروساً قاسية من الحاكمين الذين لم يتورعوا عن دق أعناقهم ، عندما عرفوا دجلهم وحيلهم الماكرة ليخفوا بها فشلا أصابهم ، إلا أنهم فتحوا الطريق أمام علماء الكيميا الذين جاءوا من بعدهم ، والذين توصلوا فى هذا العصر فعلا إلى تحويل الرصاص إلى ذهب ، ولكن مثل هذا الذهب يفوق فى تكاليفه الذهب الذى يمكن الحصول عليه من المناجم آلاف المرات .

وعندما ثبت لأصحاب الأفكار المبتكرة استحالة تحويل المعادن الشعبية إلى معادن نبيلة ، حولوا جهودهم إلى فكرة أخرى : البحث عن إكسير الحياة ، يحققون به الخلود فى هذه الأرض . . . ! !

وكما أخفقوا فى تحقيق الفكرة الأولى ، كانوا فى الثانية ، إلا أنهم مرة أخرى فتحوا الطريق لعلماء الكيميا ، يكتشفون مئات العقاقير التى تشفى من أمراض لا حصر لها ولا عدّ كانت تحصد الأرواح حصداً ، وعندما تقرأ هذا الكتاب ستعرف الكثير عن المركبات الكيموية التى لا حصر لها ؛ بعضها يشفى من المرض ، وبعضها يمنح الصحة بغير حساب ، وبعضها عمله الأول جعل الحياة أكثر راحة وأمناً ، وكلها لا همّ لها إلا خدمة الإنسانية التى ينتمى إليها رجل الكهف . . . ذلك العبقرى الخالد الذى يعتبر أول كيموى عرفته الدنيا . . .

ونحن إذ نقدم هذا الكتاب الذى يعدد روائع الكيميا ، فى سهولة وبساطة وإيضاح ، فإننا نؤمن بأن أبناءنا الذين يعيشون بحق فى عصر الكيميا ، هم فى أمسّ الحاجة إلى مثل هذا الكتاب ، سواء أكانوا ممن يدرسون العلوم ، أم يتجهون إلى دراسة الآداب ؛ لأن مهمة هذا الكتاب هى مجرد الإجابة بطريقة علمية صحيحة . على أسئلة حائرة يثيرها فى الرءوس هذا التغير الهائل فى حياتنا اليومية ، التغير الذى أحدثته الكيميا وما زالت مستمرة فى إحداثه ،

كيف تم هذا التغير ؟ . . . كيف تتحقق هذه المعجزات المذهلة ؟ . . . كيف صنعوا النايلون من الفحم والماء والهواء ؟ . . . كيف صنعوا الملابس من الخشب واللبن والزجاج ؟ . . . كيف حصلوا على عقاقير شافية من العفن ومن حبيبات التربة ؟ . . . كيف حققوا كل هذه المعجزات . . . ؟

كيف . . . وكيف . . . وألف كيف أخرى . . . أسئلة لن تتوقف أبداً ، ولا بد لكل إنسان متحضر يحيا فى عصر الأقمار والصواريخ ، لابد له أن يعرف بعض الإجابة عنها .

وفى هذا الكتاب الإجابة الكاملة فى بساطة وسهولة ووضوح . . . !!



١ ـ كيف بدأت الكيميا ؟

أنت الآن تقرأ هذا الكتاب المصنوع من الورق ، وأنت تجلس فوق مقعد مصنوع من الخشب ، وتستعين على القراءة بتلك الأشعة الضوئية التى تتسلل إليك من خلال زجاج النافذة .

وأنت كثيراً ما قطعت الطريق المعبد بالقار « الأسفلت » ، وأنت تجلس داخل عربة جدرها من الحديد الصلب ، بينما هى تتحرك بالطاقة الناتجة من احتراق البنزين .

أما طعامك ، فقد يقدم إليك تارة فى إناء من زجاج ، وأخرى فى وعاء من معدن براق ، ومرة ثالثة فى لفافة من الورق أو « البلاستيك » ، فمئات من المواد المختلفة جزء لا ينفصل من طريقة معيشتك .

وإذا نظرت إلى أى شىء من تلك الأشياء التى ذكرناها ، وجدت أنه عادة يمكن تشكيله من عدة مواد مختلفة ، فمثلا كوب الماء ، يمكن أن يكون من الزجاج ، أو الخزف « القيشانى » ، أو الألومنيوم ، أو البلاستيك . وعلى هذا القياس

نرى أن أية مادة يمكن تشكيلها إلى عدد لا يحصى من الأدوات ؛ فمن الزجاج مثلا يمكن صنع كوب الماء ، ولوح الزجاج ، كما يمكن صنع عدسة آلة التصوير ، وزجاجة المصباح .

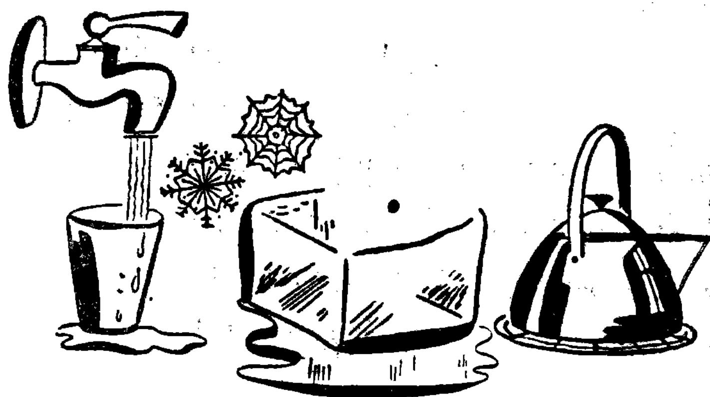
وإذا ألقينا نظرة مدققة على كتلة من الخشب ، رأينا أنه فى استطاعتنا تشكيلها فى صورة دمية ، أو قارب ، أو أى شيء آخر ، ولكنها تبقى أولا وآخراً قطعة من الخشب ، أما قطعة السكر ، فلا تلبث أن تذوب وتختفى بوضعها فى الماء ، رغم أنها تثبت وجودها ، بهذا المذاق الحلو الذى تكسبه للماء ، ومع ذلك فأنت لا تستطيع استرجاع قطعة السكر من الماء إلا إذا بخرت الماء عن آخره .

هذه التغيرات الظاهرية التى تتناول شكل المادة بسيطة ويمكننا إحداثها بسهولة ، ولكن لكى تغير المادة نفسها ، فلابد من أن نتجه إلى الكيميا ، وهكذا فإن أى تغير يصيب المادة نفسها ، وليس مجرد شكلها ، يسمى تغيراً كيمويًّا .

والتغيرات الكيموية تحيط بنا من كل مكان : صدأ الحديد ، تخمر الألبان ، ذبول الأوراق ، طهو الطعام ، غسل الملابس ، تحريك السيارات ، تحميض الصور الفوتوغرافية ، إشعال النار ، طلاء وتلميع الأرض « الباركيه » ، كلها أشياء تتم بعون الكيميا وفضلها ، ومجرد أنك تعيش وتحيا ، هذه الحقيقة تعنى أن سلسلة معقدة من التفاعلات الكيموية جارية على قدم وساق داخل كيانك الإنسانى ، دون توقف !

والمادة الواحدة قد تأخذ أكثر من شكل دون أن يصيبها تغير كيموى ؛ فالماء الذى يتدفق من الصنبور يختلف عن الثلج الذى نجده داخل الثلاجة ، أو البرد الذى يتساقط فى أيام الشتاء القارسة البرودة . ومع ذلك فكلاهما لا يخرج عن كونه ماء . . . ماء فى صورته الصلبة .

أما السحب المتصاعدة من « إبريق الشاى » وهو موضوع فوق النار ، فهى البخار الذى ليس سوى الماء فى صورته الغازية . . . وبذلك نرى أنه بمجرد تغيير درجة الحرارة يمكننا الحصول على الماء فى صوره الثلاث : الصورة الصلبة ، والصورة السائلة ، والصورة الغازية .



الماء قد يكون فى صورة سائل ، وقد يكون مادة صلبة ،
وقد يأخذ صورة الغاز فى حالة كونه بخاراً

ومثل الماء مثل غيره فى كثير من المواد ؛ فالحديد فى حالته العادية مادة صلبة ، ولكنه يتحول إلى سائل منصهر داخل الأفران العالية فى مصانع الحديد والصلب ، أما فى كوكب الشمس فيوجد مع غيره من العناصر فى صورة غازية حيث درجة الحرارة عالية جداً ، ومع هذا فهو حديد ولا شأن إطلاقاً للتغير الذى يصيب شكله فى حقيقة كونه حديداً .

ولكن ليست كل التغيرات التى تجرى حولنا من هذا اللون ، فأنت عندما تحرق قطعة من الخشب ، تخلف لديك فتاتاً من مادة الفحم السوداء ، وعندما تسخن بعضاً من السكر فى ملعقة ، تحول السكر الأبيض إلى شراب لزج قاتم اللون ، ولن تستطيع مهما حاولت جاهداً ، أن تعيد الفحم الأسود خشباً من جديد ، أو تحيل السائل البنى اللزج إلى سكر أبيض مرة أخرى ، وإنك لن تجنى من محاولاتك أكثر مما تفعل لو أنك حاولت استخلاص البيض من حلوى « الكستردة » ، وذلك لأنك لم تغير مجرد شكل المادة ولكنك غيرت تركيبها . . لقد طرأ عليها تغير كيموى .

والكيموى عالم . موضوع دراسته التغيرات الكيموية ، إنه يحاول بعلمه

البحث عن الطرق التى يمكن بها تحويل المواد المعروفة ، إلى مواد جديدة ، ومبتكرة ، يمكن أن تكون أكثر فائدة للناس .

فالحياة منذ مائة عام فقط ، كانت مختلفة تماماً عما هى عليه اليوم ، ويرجع الفضل فى الكثير مما أصابها من تغيير إلى الكيميا ، فعلماء الكيميا ، هم الذين جعلوا بيوتنا أكثر راحة ، وملبسنا أكبر نفعاً ، وغذاءنا أبعد فائدة واستيفاء لحاجتنا ، وبغير الكيميا ، لم يكن ليتيسر لنا وجود القطار والعربة والطائرة لتسرع بنا من مكان إلى آخر ، ولم تكن لتتوافر لنا الأفلام السينمائية وأجهزة الراديو والتليفزيون .

وأهم من هذا كله ، لم نكن لنجنى الثمار الرائعة فى عالم الطب التى تحمينا اليوم وتقينا من الأمراض الخطيرة ، وبغير روائع الكيميا لم تكن حالنا بأحسن كثيراً من أهل الكهف ، أولئك الذين سبقونا بآلاف السنين .



إن إنسان الكهف الذى استكشف النار كان الكيموى الأول

إن أول كيموى عرفه العالم ربما كان إنسان الكهف ، هذا البطل المجهول الذى عرف كيف يشعل ناراً ، هذه النار التى استخدمها فى بادئ الأمر لطهو طعامه ، ثم استكشف أنه عند تسخين بعض الأحجار لدرجة مرتفعة تتلألأ منها — لفرط دهشته — بعض المعادن ، إذ لابد أن هذه المعادن كانت موجودة فعلا فى تلك الصخور بصورة من الصور ، ولكن مضى وقت طويل ، قبل أن يدرك الإنسان ماذا يحدث عندما يقع التغير الكيموى ، وكل ما عرفه الإنسان الأول ، أن المسألة لا تعدو أن تكون ضرباً من السحر ، ولم يتساءل عما وراء السحر . . ! ؟

وسار الزمان ، ومضت الحضارة تخطو فى طريق التقدم ، وبدأ الإنسان يعجب مما يجرى حوله ، وتأكد هذا الإنسان أن هناك من المادة ما يفوق غيره من المواد ، وهناك منها ما يسود غيره ، وبجانب النار لاحظ المياه الجارية فى البحر والنهر والأمطار . ثم هنالك الأرض مبسوطة وعليها يستقر كل شىء . وهناك الهواء يحيط به من كل مكان . إنه لا يراه ، ولكنه يحسه عند هبوب العاصفة . . . !

وجاء بعد ذلك الفيلسوف اليونانى الكبير « أرسطو » فالتقط هذه الفكرة ، فكرة الأرض ، والهواء ، والنار ، والماء ، وحاول أن يفسر للناس كيف أن كل شىء فى الوجود ليس سوى خليط من هذه العناصر الأربعة كما سماها ، ولم يحاول أرسطو أو أحدٌ من تلاميذه أن يجرى تجربة ليثبت بها هذا الكلام ، لأن مبدأ التجربة لم يكن فى حسبانه أصلا ، ولذلك لم يتعد الموضوع حد الكلام ، ولم يصل بالطبع إلى نتيجة .

وفى نفس هذا التاريخ بدأ بعض الناس يهتم بالمواد التى تحيط به ، وكان من بين هؤلاء مجموعة أطلقوا على أنفسهم «الكيمويون» (Alchemists) ، وهم الذين حاولوا البحث عن طريقة لتحويل المعادن ، مثل الحديد والرصاص ، رأساً إلى معدن الذهب ، وكانوا يجرون تجاربهم فى السر ، حتى إذا ما استطاع أحدهم حل اللغز احتفظ به لنفسه ، فكانوا يسلطون النيران على مخاليط غريبة من كل



الكيموى البدائى بدأ المحاولة بتحويل الحديد والرصاص إلى ذهب ... !

الأنواع ، للكشف عن السر الأكبر ، الذى سيمدهم بالثروة والسلطان .

واستمرت هذه التجارب مئات من السنين ، فكان « الكيمويون »(Alchemists) يؤمنون بأن هناك مادة سحرية هى « حجر الفلاسفة » ؛ هذه المادة يجب العثور عليها ، فبوساطتها يمكن تحويل المواد الأخرى إلى ذهب . ولكن هيهات ! لقد باءت المحاولات كلها بالإخفاق فلم يعثر أبداً على حجر للفلاسفة ، ولم يتحول درهم واحد إلى ذهب !

وعمد بعض المحاولين إلى خداع الملوك والأمراء ؛ فكان الواحد منهم يزج خفية قطعة من الذهب داخل المخلوط ، ولكن إذا حدث واكتشفت الخدعة ، أصبح عنقه فى خطر .

وفى المرحلة التاريخية ، التى كشف فيها « كولومبوس » القارة الأمريكية ، كانت جماعة « الكيمويين » قد بدأوا يتشككون فى قدرتهم على صناعة الذهب من غيره من المواد ، فتحولوا إلى صناعة العقاقير الطبية . . . ! ؟

ومع ذلك فقد ظلت هذه الفئة تبحث عن حجر الفلاسفة ، وإن تغير الهدف من الحصول على الذهب إلى الحصول على إكسير الحياة الذى يمنح الصحة إلى الأبد .

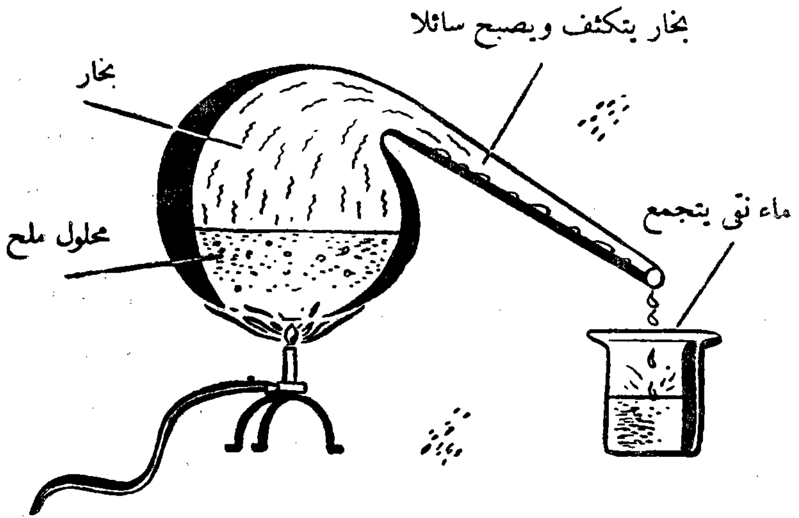
واتخذ البحث تكوين تركيبات عجيبة ، ضمت كل ما يخطر بالبال من أنواع المواد ؛ فمثلا كان من بين هذه التركيبات ذات المكانة المرموقة خليط من مسحوق الذهب ، ومسحوق قلب الأسد الضرغام ، والبندق ، ودودة الأرض ، والبصل . ومثل هذه التركيبات قد يصادف أن يكون للقليل النادر منها بعض من الفائدة ، ولكن أغلبها كان يحمل للمريض الموت الزؤام، لأنه كان السم بدلا من أن يكون الترياق .

وقد نضحك اليوم من تلك الفئة من الكيمويين الأوائل ، صناع العقاقير ، لعقائدهم التى تبدو لنا سخيفة مضحكة ، ولكن مما لاشك فيه أن الكيميا الحديثة مدينة لهم بالكثير ؛ فعلى الأقل حاول هؤلاء الناس التعرف إلى طبيعة العالم الذى يحيط بهم ، فكانت لديهم الرغبة فى الكشف عن خفاياه ، فى حين أوتوا القدرة على دفع الناس إلى الاهتمام بهذه المسائل أيضاً، وبجانب ذلك استكشفوا بعض المعادن الجديدة ، كما توصلوا إلى طريقة فصل وتنقية السوائل الممتزج بعضها ببعض ، وهى نفس الطريقة المعمول بها فى أحدث معامل الكيميا فى هذا العصر .

فالمزيج السائل يتكون من عدة أنواع من السوائل ، ولكى يتم فصل كل نوع على حدة يعمد الكيمويون إلى تسخين المزيج حيث يأخذ كل نوع فى الغليان عند درجة حرارة معينة ، وعند كل ارتفاع معين يحول البخار إلى إناء آخر حيث يتم تبريده فيتحول إلى سائل مرة أخرى ، هذه العملية يطلق عليها عملية « التقطير » ، وسنرى فيما بعد كيف يتم تقطير البترول ، فى معامل التكرير ،

لنحصل منه على البنزين وزيوت التشحيم والعديد من النواتج الأخرى ؟

وأغرب ما فى الأمر ، أن الأسرار التى طالما بحث عنها « الكيمويون » الأوائل ، وباءت محاولاتهم فيها بالإخفاق ، هذه الأسرار عرفت فعلا خلال الأعوام القليلة الماضية . . وإن كان علماء هذا العصر لم يعثروا بالطبع على حجر للفلاسفة توصلوا إليه بعد تلاوة السحر خلال سلسلة لا تحصى من التجارب العجيبة . . . ولكنهم بدلا من ذلك مضوا فى نفس الطريق الذى يسلكه علماء العصر الحديث ، حيث التجارب منظمة وتجرى طبقاً لخطة مرسومة ، وحيث المعرفة تكتسب تدريجياً ، حيث يبنى بعضها فوق بعض للتفهم المنطقى لما يدور فى الطبيعة .



الملح يرسب بينما الماء النقى يتكثف من البخار

أجل . . . ! إن فى استطاعة العلم اليوم تحويل بعض المواد إلى ذهب ، ولكنها عملية معقدة ، باهظة النفقات ، وأهون منها كثيراً ، وأرخص منها أن ننقب ونبحث عن الذهب فى باطن الأرض .

وبدلا من البحث عن الذهب ولى الكيمويون وجوههم شطر الحلم الآخر ... البحث عن أسرار طول العمر ، ورغم أن كيموياً واحداً لم يستكشف عقاراً يمكن أن يجعل الإنسان يعيش إلى الأبد ، فإن بين يدينا الآن عقاقير لا تحصى لشفاء أمراض عديدة ، كثيراً ما أقعدت الآلاف من بنى البشر وحصدت أرواحهم .

وعندما تنتهى من قراءة هذا الكتاب ستتعرف كيمويات كثيرة من تلك التى تمنح الشفاء والصحة ، كما تتعرف غيرها مما يجعل الحياة أكثر راحة ومتعة وأمناً . وعند المقارنة بهذه الكنوز الخفية ، ستجد أن الذهب ليس بشىء ذى أهمية فى نهاية الأمر .



٢ ـ العالم الذى نعيش فيه ... ممّ هو مصنوع ... ؟

بدأت الكيميا الحديثة فى حوالى الربع الأخير من القرن الثامن عشر ، وكان السؤال الذى يثير اهتمام العلماء فى ذلك الحين هو : ماذا يحدث عندما تحترق الأشياء ؟

فإلى هذه الفترة من عمر الزمن ، كانت الفكرة السائدة أن أية مادة قابلة للاحتراق تحتوى شيئاً يعرف باسم « فلوجستون» (Phlogiston) وأنه عند احتراق المادة يختفى هذا الشيء ، وكانت الفكرة لها وجاهتها إذ ذاك ، لأنه عند احتراق قطعة من الخشب ، لا يتخلف إلا بعض الرماد ، فى حين يختفى الجزء الأكبر من مادة الخشب نفسها تماماً .

وكان من بين الذين عجبوا لفكرة الشيء المسمى « فلوجستون » قس بريطانى يدعى « جوزيف بريستلى (Joseph Priestly) » كان فى نفس الوقت كيموياً « هاوياً » .

فقد وجد « بريستلى » أنه عند تسخين خامة معينة ، يتصاعد غاز ، وعند

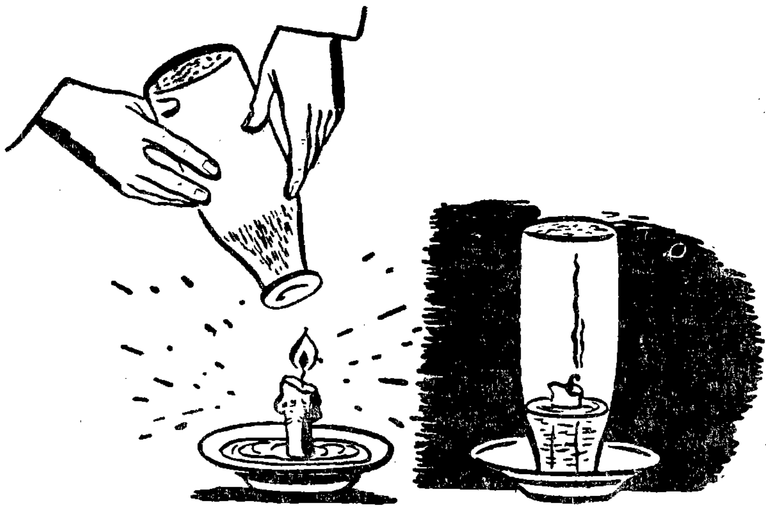
جمع هذا الغاز – الذى نعرفه اليوم باسم الأوكسجين – فى زجاجة ، وجد الكيموى « الهاوى » ، أن الأشياء تحترق داخل هذا الغاز بسرعة أكبر مما تفعل فى الهواء الطلق . . . ثم جاء العالم الفرنسى العبقرى « أنطوان لافوازييه» (Antoine Lavoisier) فأعاد تجارب « بريستلى» ليتثبت من صحتها ، ثم مضى فى تجارب أخرى .

فقد قام لافوازييه بتسخين قطعة من الصفيح داخل زجاجة مليئة بالغاز المذكور ، فتحول السطح اللامع لقطعة الصفيح إلى آخر معتم ، وعند وزنها وجدت أثقل قليلا مما كانت عليه قبل تسخينها .

وهنا تملكت لافوازييه الحيرة وراح يتساءل : لو أن هذا الشيء « الفلوجستون » غادر المادة ، كان لابد أن يقل وزن قطعة الصفيح عن ذى قبل ! والحقيقة أن قطعة الصفيح ، ما دام قد زاد وزنها عما كانت عليه ، فهى لابد قد أضافت لنفسها شيئاً من الغاز المحيط بها ، وسرعان ما انهارت فكرة « الفلوجستون » ، وثبتت الحقيقة التى نعرفها اليوم : « عندما يحترق أى شىء فإن المادة ترتبط كيمويًّا بالأكسجين » .

فقد كان من المعلوم دائماً ، أن وجود الهواء ضرورة لكى تحترق الأشياء ، وقد وضح استكشاف الأكسجين السبب فى ذلك . ويمكنك اختبار ذلك بنفسك ، بوضع شمعة مشتعلة فوق « طبق » به ماء ، ثم تنكس زجاجة اللبن المتسعة الفوهة فوق الشمعة تدريجيًّا ، نلاحظ حينئذ أن شعلة الشمعة تأخذ فى الذبول إلى أن تنطفئ ، وقديماً كان التعليل لذلك أن الهواء داخل الزجاجة أصبح مشبعاً « بالفلوجستون » الصادر عن الشمعة المحترقة ، ولذلك فهو يطفئ الشعلة .

ولكنك تلاحظ بعد انتهاء التجربة ، أن مياه الوعاء ، ارتفعت بعض الشيء فى الزجاجة ، وهذا دليل على أن ثمة شيئاً أخذ من الهواء ولم يضف إليه . إن حوالى خمس الهواء قد استهلك ، وهو عبارة عن غاز الأكسجين . ويكاد يكون الجزء الباقى كله من الهواء غازاً آخر يعرف « بالنيتروجين » ، الذى لا علاقة له بعملية الاحتراق ، ولكن له فوائد جمة أخرى ، سنلتقى بها فى الطريق .



وأهم شيء أن الأكسجين تستخدمه جميع الحيوانات التى تتنفس، ومن بينها الإنسان أرقى الحيوانات ، فعملية التنفس وثيقة الصلة بعملية احتراق بطىء؛ فالطعام الذى تتناوله هو الوقود فى هذه العملية، والحرارة الناجمة عن الاحتراق ، هى تلك التى تحفظ حرارة جسمك فى الدرجة المناسبة .

إنك تذكر أنه منذ القدم ، أى منذ أكثر من ألفى عام ، بدأ قدماء الإغريق محاولتهم للتدليل على أن كل شيء يتركب من أربعة عناصر : الأرض، والهواء ، والنار ، والماء . وعندما بدأ العلماء التجربة وتعرفوا معلومات أكثر عن المواد وجدوا أن هذه الفكرة وجيهة ، ولكن لا بد أن هناك عدداً أكبر من العناصر لتفسير وجود المواد العديدة التى توصلوا إلى التأكد من وجودها ؛ فقد عرفوا أكثر من طريقة لتحطيم المواد وتفكيكها للبحث عما يكمن فى داخلها . فكان التسخين إحدى هذه الوسائل ، وكان إمرار تيار كهربى فى السائل منها طريقة من بين الطرق .

ولنفرض أننا نريد أن نعرف مم يتركب السكر . إننا نسخن ملعقة من

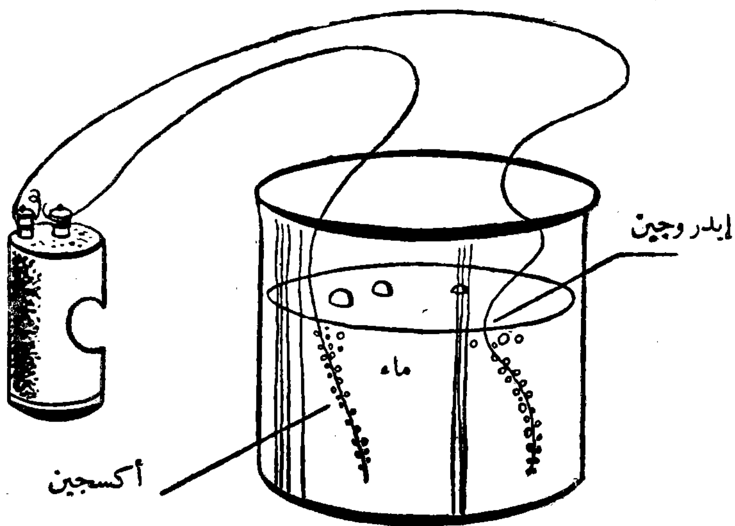
السكر فوق النار فنستمع إلى صوت فيه قرقعة ، وفى نفس الوقت إذا نكسة نصل سكين لامعا فوق السكر تكوّن ضباب فوقه ، هذه القرقعة وهذا الضباب فوق السكين يثبتان أن قطرات من الماء نتجت عن السكر :



بتسخين قليل من السكر يمكن تعرف تركيبه

وباستمرار التسخين ينصهر السكر ويقتم لونه ، وفى النهاية يصير أسود كقطعة من الفحم هى فى الحقيقة لا تخرج عن كونها فحماً . إن كلا من الفحم والكتلة السوداء ليس سوى « الكربون » الذى لا يمكن تحليله إلى شىء أبسط منه .

أما الماء الذى تصاعد من السكر فيمكن تحليله وتحطيمه إلى أبعد وأبسط من ذلك ، فإذا مر تيار كهربى من بطارية فى الماء المضاف إليه قطرات قليلة من الحامض ، تصاعدت فقاقيع غاز الأكسجين بالقرب من أحد قطبى البطارية ، وتصاعدت فقاقيع غاز الأيدروجين بالقرب من القطب الآخر فالأكسجين ، والأيدروجين وما يزيد على تسعين مادة أخرى يطلق عليها اسم عناصر كيموية ، وجميع المواد الأخرى فيما عدا هذه العناصر المحددة يتكون



الكهربا تحلل الماء إلى عنصريه

كل منها من أكثر من واحد من هذه العناصر يرتبط بعضها ببعض ارتباطاً كيمويًّا لتكون اتحادات من العناصر يطلق عليها مركبات كيموية .

وكان لابد من الجهد المتواصل والصبر المضنى لأعوام طويلة قضاها العلماء فى جميع أنحاء العالم قبل أن يعرفوا العناصر التى نعرفها اليوم ، حقيقة أن الذهب والفضة والكربون والقصدير عرفت منذ الزمن السحيق ، ولكن أهمية هذه المواد بصفتها عناصر كيموية لم يدركها أحد فى ذلك الحين ، وهناك من العناصر ما لم يكشف إلا فى الأعوام القليلة الماضية ، ومن المحتمل أن تكشف عناصر أخرى فى المستقبل القريب أو البعيد .

وأغلب العناصر الكيموية التى يصل عددها إلى حوالى المائة ، تعتبر نادرة الوجود فى الطبيعة ، ولا نعثر عليها فيما نرى حولنا ، إذ يبدو أن الطبيعة ألقت بحفنة منها فقط إلى الكون عند بدء تكوينه ، فالحقيقة أن عدد العناصر التى تسود فى تركيب الأرض والماء والهواء لا يتعدى ثلاثين عنصراً ، وفيما يلى قائمة بهذه العناصر ،

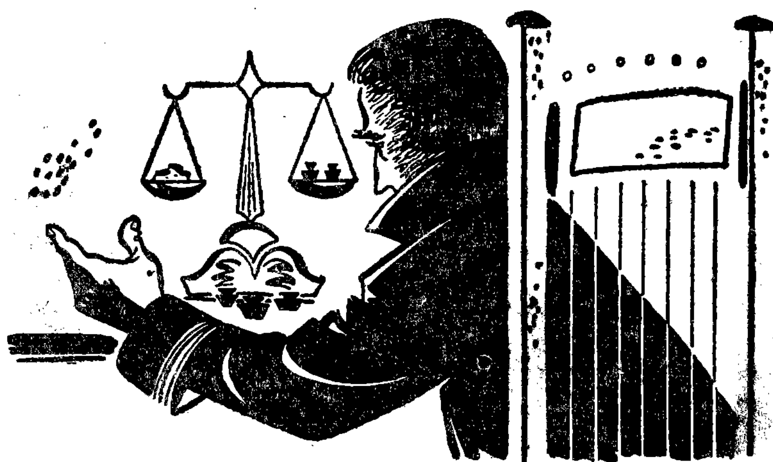
وإلى جانب كل منها الرمز الذى يستخدمه الكيموى لها . ونلاحظ أن بعضها صلب ، وبعضها سائل ، وبعضها من الغازات .

بعض العناصر السائدة فى الطبيعة

الاسم	الرمز	الوصف
الألومنيوم	لو	معدن خفيف الوزن لامع كالفضة
الباريوم	با	معدن رخو لامع
البروم	بر	سائل ثقيل بنى اللون
الكالسيوم	كا	فلز خفيف فيه لمعان
الكربون	ك	أسود صلب أو بللورى مضىء (الماس)
الكلور	كل	غاز لونه أخضر يميل إلى الصفرة
الكوبلت	كو	فلز رمادى اللون يتفتت بسهولة
النحاس	نح	فلز أحمر لين
الفلور	فل	غاز خفيف أصفر اللون
الذهب	ذ	فلز ثقيل رخو أصفر اللون
الأيدروجين	يد	غاز خفيف لا يرى بالعين
اليود	ى	بللورات أرجوانية قاتمة
الحديد	ح	فلز رمادى
الرصاص	ر	فلز رمادى يميل إلى الزرقة رخو
الليثيوم	لث	فلز أبيض رخو خفيف
المنجنيز	م	فلز أبيض متفتت يميل إلى اللون الرمادى
الزئبق	ــــے	فلز ثقيل سائل فضى اللون
النيكل	نى	فلز أبيض ثقيل
النيتروجين	ن	غاز لا يرى بالعين
الأكسجين	أ	غاز لا يرى بالعين

الاسم	الرمز	الوصف
الفوسفور	فو	أبيض صلب يشبه الشمع
البوتاسيوم	بو	فلز رخو خفيف فضى اللون
السليكون	س	بللورات رمادية متفتتة
الفضة	ف	فلز أبيض لامع ثقيل
صوديوم	ص	فلز خفيف رخو له لمعان يشبه الفضة
الكبريت	كب	بللورات صفراء باهتة قابلة للتفتت
القصدير	ق	فلز أبيض له لمعان فضى
التيتانيوم	تى	فلز أبيض لامع
الخارصين	خ	فلز أبيض يميل إلى الزرقة قابل للتفتت

ولن تجد الفرصة أبداً لترى الكثير من هذه العناصر ، والسبب أنها تعتقل داخل مركبات حيث تفقد معالم شخصيتها ؛ فمثلا الصوديوم فلز لامع والكلور غاز له رائحة مهيجة ، ومع ذلك فإنك تستعين بكمية منهما فى طعامك



لافوازييه استطاع أن يحدد الأوزان الدقيقة لمركباته الكيموية

اليومى . . . والكيمويون يطلقون على هذا المركب « كلوريد الصوديوم » واسمه الشعبي ملح الطعام . ولن يخطر ببالك أبداً أن بللورات الملح البيضاء احتبست داخلها الفلز المعدنى ، والغاز الأخضر .

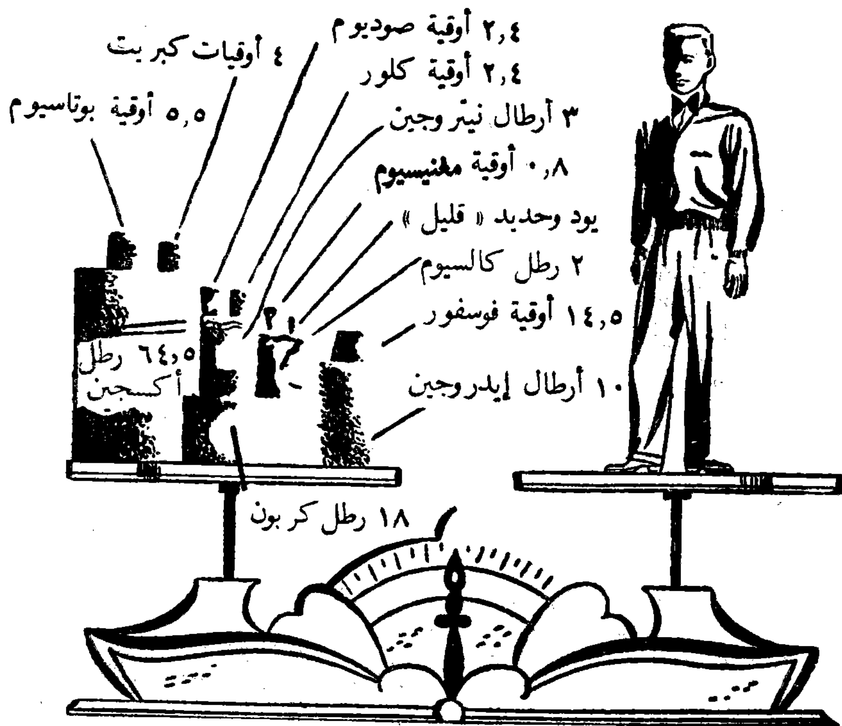
والسكر! إنه مركب من الكربون والأكسجين والأيدروجين ، أما بيكربونات الصودا . فهى تضم نفس مركبات السكر بالإضافة إلى فلز الصوديوم ، ولهذا فهى تختلف تماماً عن السكر . بل إن جسدك أنت يضم ثلاثة عشر عنصراً معروفة ومحددة تنضم تحت لواء عدد هائل من الاتحادات الكيموية المختلفة .

وقد عرفنا فى الطبيعة بعض العناصر فى أكثر من صورة مختلفة فى شكلها الطبيعى ، فالكربون مثلا ، له ثلاث صور إحداها الصورة السوداء المتفتتة التى نراها عندما يتفحم السكر أو يحترق الخبز . والفحم غالباً ما يكون على هذه الصورة من الكربون .

وهناك صورة أخرى للكربون تعرف باسم « جرافيت » وهذه الأخرى سوداء ولكنها لامعة دهنية الملمس وتشبه الشمع ، وعندما تخلط بالطفل ، وتشكل فى صورة نخاع رفيع يمثل قلب العصا الخشبية ، فهى الرصاص فى القلم الذى تخط به فوق الورق ، فعنصر الرصاص فى الواقع لا وجود له فى القلم الرصاص . . . أما الصورة الثالثة للكربون فهى صورة رفيعة ، سامية فى مظهرها إذا ما قورنت بالصورتين المتواضعتين : إنها الصورة البللورية البراقة التى تأخذ بالأبصار ونعرفها باسم الماس .

ومن الناحية الكيموية ، فإن أيًّا من هذه الصور الثلاث لعنصر الكربون تتساوى فى المكانة تماماً ؛ إذ يمكن لثرى على درجة مناسبة من الغباء أن يحرق فى فرن بيته الماس بدلا من الفحم . . . فالماس يستمد قيمته الغالية فقط لندرة وجوده فى الطبيعة وليس لارتفاع قيمته الكيموية . . . !

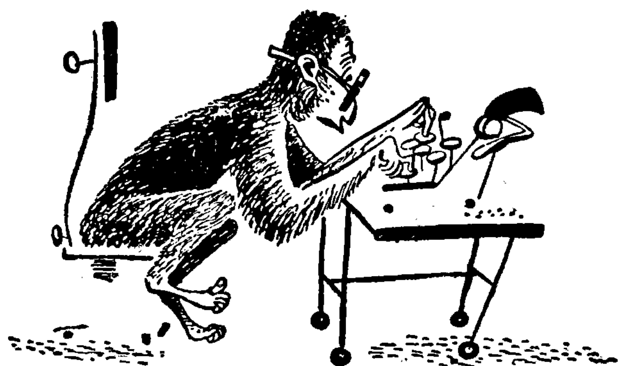
ويعرف الكيمويون اليوم أكثر من نصف مليون مركب كيموى كلها تتركب من أقل من مائة عنصر ، وهذا يتيسر بفضل إمكان تنظيم عدد كبير من الاتحادات المختلفة بوساطة عدد قليل من الأشياء ، تماماً كما نحصل على



إنك تتركب من مركبات كيموية لا تساوى أكثر من بضعة قروش . . . !

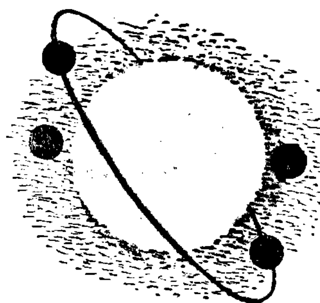
آلاف من الكلمات المختلفة من حروف الهجاء المحدودة والتى لا يزيد عددها على ثلاثين حرفاً .

فمن هذه الحروف فقط استطعنا أن نحصل على الثروة الهائلة من الكلمات التى تتكون منها اللغة العربية بأكملها ، ومع هذا فإن لغتنا العربية لم تستنفد كل الاتحادات الممكنة من تركيبات هذه الحروف ، فهناك بعض الاتحادات قد تكون كلمات لا معنى لها ، وهذا نفس ما يحدث أحياناً فى حالة الاتحادات الكيموية ، فمثلا قد نفكر فى مجموعة من الكلور والأكسجين ، أو مجموعة من الأيدروجين والكربون والصوديوم ، وملايين أخرى مماثلة لهذه الاتحادات التى لم يحدث أبداً أنها اتحدت وكونت مركبات كيموية .



حقيقة أن فى استطاعتك أن تخلط أى مجموعة تروقك من العناصر ، ولكن هذه العناصر لا يشتبك بعضها ببعض وينضم تحت لواء المركب الكيموى إلا فى ظروف خاصة . . . كيف يتم ذلك . . . ؟

هذا ما يشرحه الفصل التالى . . .



٣ ـ الكيموى يبنى الجزيئات

إننا نسمع اليوم كلمة « الذرة » تتردد كثيراً فى كل مناسبة . ونقرأ كثيراً عن « الطاقة الذرية » ، وتطالعنا الصحف بالكثير أيضاً عن « القنابل الذرية » والقوة الذرية ، وربما أوحت إلينا بأن الفكرة الذرية شىء جديد على هذا العالم . . . ولكن الحقيقة أنها فكرة قديمة ، ترجع إلى ألفى عام مضت ، ولكن الفكرة لم تكن محل اهتمام الكيميا إلا منذ مائة وخمسين عاماً مضت . . . يوم كان حكم نابليون يسود أوربا ، ويوم لم يتنبه الناس إلى أن مدرساً بريطانياً متواضعاً هو « جون دالتون » قد أدخل فعلا الفكرة الذرية فى عالم الكيميا ، هذه الخطوة التى فاقت فى عظمتها أعظم المعارك التى خاضها نابليون .

فى الأزمان القديمة شغلت عقول الناس فكرة غريبة ، ترى لو أنك أخذت قطعة من المادة وقسمتها نصفين ، ثم أعدت الكرّة على كل نصف على حدة ، وكررت هذه العملية مرات ومرات ، ترى هل يمكنك مواصلة التقسيم إلى ما لا نهاية . . . ؟

بعض الناس اعتقدوا أن العملية يمكن أن تستمر إلى ما لا نهاية ، والبعض الآخر أفتوا بأن هذه العملية يمكن أن تستمر إلى حين ثم تتوقف . . . عندما تصل إلى « الذرة » أصغر جسيم من المادة يمكن أن يوجد ، فقد أحسوا أن كل مادة تتكون من جسيمات متناهية الصغر بدرجة لا يمكن رؤيتها .

إذن كانت فكرة الذرة فى تلك الأيام مجرد ضرب من الخيال ، فيها ريبة وشك ، ولكن فيما بعد استطاع العلماء أن يثبتوا أن الذرات موجودة فعلا ، وأثبتوا أيضاً أن الذرات أصغر كثيراً من الصورة التى جالت بأحلام القدماء . أصغر كثيراً من أن ترى بأقوى الميكروسكوبات .

فإذا تصورنا قطرة واحدة من الماء أمكن تضخيمها بحيث أصبحت مساوية لحجم كوكب الأرض فإن حجم الذرات الموجودة فى قطرة الماء لن يزيد على حجم كرة السلة . . . !



إلى متى يمكن مواصلة عملية التقسيم . . . ؟

والسؤال الآن هو : ألم يستطع أحد أن يرى الذرة مباشرة ؟ إذن فكيف أدركنا وجودها . . . ؟

الجواب أن العلماء قد عرفوا الكثير من الحقائق التى لا يمكن تفسيرها إلا إذا سلمنا بوجود هذه الذرات ، وهذه الحقيقة الأخيرة يمكن الاعتماد عليها ، تماماً كما لو أمكن رؤية الذرة . . . ولا تعجب لمثل هذا التفسير ، لأنه يستخدم

كثيراً وفى حالات مألوفة ، فمثلا إذا رأيت صياداً يصوب « بندقيته » نحو عصفور . ثم سمعت طلقة مدوية ورأيت العصفور يهوى فاقد الحياة فوق الأرض ، فمن الطبيعى أن تأخذها قضية مسلماً بها ، وهى أن الطائر قد أصابته رصاصة ، رغم أنك لم تر الرصاصة وهى تمرق إلى جسم الطائر ، ومن الطبيعى أيضاً أنك لن تتقبل أى تعليل آخر لموت الطائر .

هذه هى الحال بالنسبة لمعرفتنا بالذرات ، وهى فكرة أثبتت نجاحها ، فالذرات حقيقة كائنة بالنسبة للعالم تماماً مثل كرات البلى ، وكرات البيسبول بالنسبة لك ، فهو لا يؤمن فقط بوجودها ولكنه استطاع أن يحصيها عداً ، ويقدرها وزناً ، ليعرف أحجامها . . . كل هذا وهو لم ير واحدة منها . . . ! !

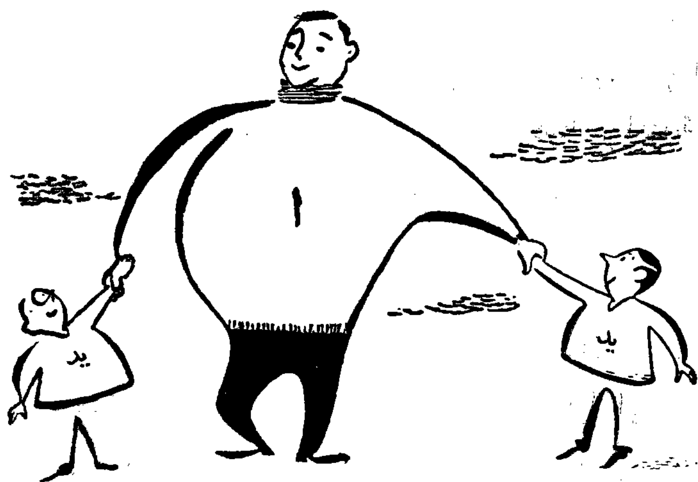
والآن دعنا نعرف ما هى علاقة هذا الحديث الطويل عن الذرة بالكيميا . . .

لقد قرر الكيموى « جون دالتون » أن يعرف بالضبط كمية كل عنصر اللازمة لتكوين مركباته الكيموية ، فأجرى تجارب عديدة ، تمت خلالها اتحادات كيموية كثيرة ، ووجد من هذه التجارب أن فى وسعه دائماً مزج عنصرين بأية نسبة تروقه ، ولكنه إذا أراد أن يحصل على مركب كيموى من العنصرين ، فلابد من مزجهما بنسبة معينة ، وإذا لم يفعل ذلك فإن بعضاً من العنصرين يتبقى فى النهاية . . . إن أمنا الطبيعة تبدو مهتمة جداً بمقادير المواد التى يمكن أن تتحد كيموياً .

وعلل « دالتون » هذه الحقيقة بأن مرجعها هو أن العناصر تتألف من ذرات ، فقال محدثاً نفسه : « . . . لنفرض أن جميع ذرات العنصر الواحد متشابهة ، ولكنها تختلف عن ذرات أى عنصر آخر ، ولنفرض أيضاً أنه عندما يتحد عنصران اتحاداً كيموياً ليكونا مركباً كيموياً فإن عدداً محدداً من ذرات العنصر الأول تتحد دائماً بعدد آخر محدد من ذرات العنصر الآخر . . . وعلام الافتراض . . ؟ إن هذا ما حدث فعلا . . ! . . . وهذا ما يفسر السبب فى أن كمية العنصرين اللازمة لا تتغير نسبتها أبداً .

فمثلاً إليك ما يحدث بالنسبة للماء ، الذى هو مركب من الأوكسجين

والأيدروجين ، فكلما أراد العلماء الحصول على الماء من عنصريه وجدوا أنه لا بد من استخدام العنصرين بنسبة معينة ، لا تتغير أبداً سواء أرادوا الحصول على قطرة واحدة من الماء ، أم على عدة براميل ضخمة منه ، وبقياس نسبة الأيدروجين والأوكسجين اللازمة وجدوا أن كل ذرة من الأوكسجين يجب أن تقبض على ذرتين من الأيدروجين وتمسك بهما جيداً ، وهذا هو التفسير للقانون الكيموى « يد$_{٢}$ا » الذى يرمز إلى الماء .



ثلاث ذرات تتحد بعضها مع بعض لتعطى جزيئاً من الماء « يد$_{٢}$ ا »

والآن بدأ كل شيء يتخذ مكانه ، ومجموعة الذرات التى ارتبطت بعضها ببعض تماسكت ، أصبح اسمها الجديد جزيئاً ، وكل مركب عبارة عن مجموعات من الجزيئات المتشابهة تماماً ، فكل جزيء من هذه الجزيئات يمكنه أن يضم عدداً معيناً من العناصر الداخلة فى تركيبه ، وهى تكون فى مجموعها فريقاً منظماً لا يمكن تغييره بصورة من الصور ، وأى لاعب يزاد إلى الفريق لا يسعه إلا الوقوف خارج أرض الملعب .

فالقانون الكيموى لملح الطعام مثلا هو « ص كل » وهو يعنى أن كل جزئ من ملح الطعام عبارة عن اتحاد بين ذرة من الصوديوم وذرة من الكلور ، فالاسم الكيموى لملح الطعام هو **كلوريد الصوديوم** ، ولكى تخبر أحداً بالرموز التى تدل على هذا المركب يكفى أن تنطق هذه الحروف الثلاثة « ص كل » .

وهناك مثل آخر ، صدأ الحديد ، إنه « **أوكسيد الحديديك** » « ح$_{٢}$ ا$_{٣}$ » أى إن كل جزىء من هذا المركب يتكون من ذرتين من الحديد « ح » ارتبطتا بثلاث ذرات من الأوكسجين « ا » ، ولكى تعبر عن هذا يكفى أن تقول « ح$_{٢}$ ا$_{٣}$ » .

وهذا هو ما ينطبق على مئات الألوف من المركبات الأخرى ، وسترى فيما بعد بعض الجزيئات المعقدة التى يضم الواحد منها أكثر من نصف دستة من الذرات المختلفة ، فعالم الكيميا بناء للجزيئات ، لبناته هى ذرات العناصر المختلفة .

وهذه بعض المركبات المألوفة ومعها أسماؤها الكيموية وقوانينها الكيموية كذلك :

الاسم الشعبى	الاسم الكيموى	القانون الكيموى
صودا الخبز	بيكربونات الصوديوم	ص يد ك ا$_{٣}$
سكر القصب	السكروز	ك$_{١٢}$ يد$_{٢٢}$ ا$_{١١}$
سائل التنظيف	رابع كلوريد الكربون	ك كل$_{٤}$
كحول الحبوب	إيثانول	ك$_{٢}$ يد$_{٦}$ ا
محلول النوشادر	إيدروكسيد الأمونيوم	ن يد$_{٥}$ ا
النشا	النشا	ك$_{٦}$ يد$_{١٠}$ ا$_{٥}$
حجر الجير	كربونات الكالسيوم	كا ك ا$_{٣}$
دواء العتة	النفتالين	ك$_{١٠}$ يد$_{٨}$
الخل	حامض الخليك	ك$_{٢}$ يد$_{٤}$ ا$_{٢}$
صودا الغسيل	كربونات الصوديوم	ص$_{٢}$ ك ا$_{٣}$

وهنا يجدر ملاحظة أن بعض المركبات المختلفة مثل السكر والكحول والنشا والخل تتركب من نفس العناصر ، ومع ذلك فإن هذه المركبات يختلف كل منها تماماً عن الآخر لأن جزيئاتها تضم عدداً مخالفاً من الذرات .



وإذا نظرنا حولنا وجدنا أن معظم ما يحيط بنا من المواد المألوفة يتكون كل منها فى الواقع من عدد من المركبات ؛ فاللبن ، والخشب ، وعصير البرتقال ، والورق ، والبنزين ، والصلب ، كلها خليط من هذا النوع .

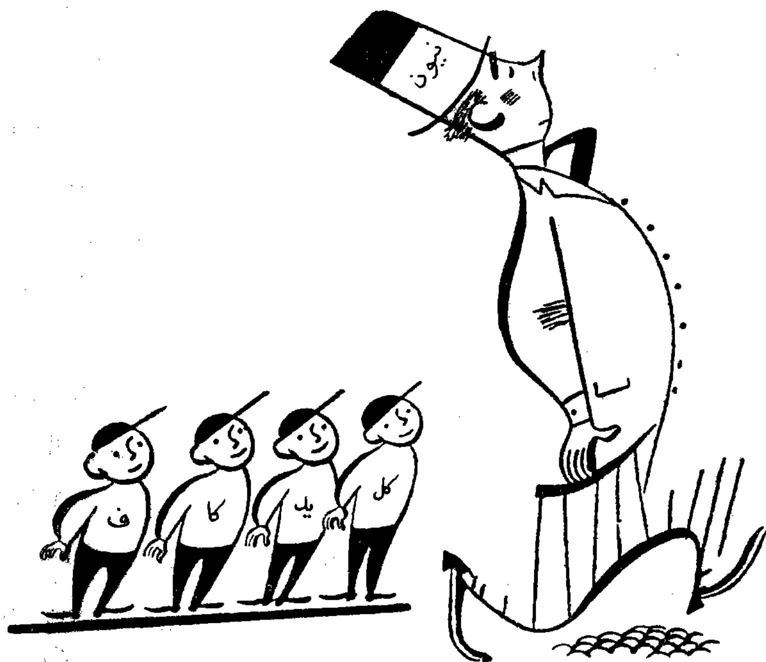
حتى مياه البحر خليط من عدة مركبات ذائبة فى الماء ، التربة عبارة عن خليط من عدد هائل من المركبات ، أما الهواء فهو بدوره خليط ، ولكنه يكاد يكون كله من العناصر التى يسود فيها الأوكسجين والنيتروجين . والنحاس الذى تصنع منه الأوانى هو فى الواقع خليط من العناصر أغلبها النحاس والخارصين .

والآن لنعد مرة أخرى إلى نهاية الفصل السابق ، لقد شبهنا الجزيئات بالكلمات حيث كانت الذرات بمثابة الحروف الأبجدية ، ورأينا كيف أن مجموعات كثيرة من الحروف يمكن أن تكون كلمات لا تؤدى إلى معنى . . . مجرد مجموعات من الحروف ، وبنفس الطريقة ، كثير من مجموعات الذرات التى يمكن أن يراها العالم الكيموى بعين الخيال قد لا تخرج إلى عالم الحقيقة أبداً ، لأن الذرات تختار رفقاءها بطرق خاصة ومحددة .

وتبدو كل ذرة من ذرات العناصر المختلفة كما لو كان لها عدد معين من « الأيدى » التى تستطيع أن تستخدمها لتشتبك بوساطتها بالذرات الأخرى . . . وعدد هذه « الأيدى » يسمى : **تكافؤ الذرة** .

فذرة الأيدروجين تكافؤها واحد ، أى أنها لا تملك إلا يداً واحدة يتيمة ، وذرة الأوكسجين تكافؤها « ٢ » ومعنى ذلك أنها تستطيع القبض على ذرتين من الأيدروجين ، مكونة جزيئاً من الماء « يد$_٢$ ا » .

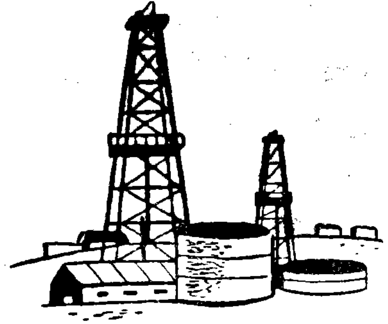
أما الصوديوم والكلور ، فكل منهما يملك يداً واحدة ، فهما يستطيعان تكوين كلوريد الصوديوم « ص كل » حيث تتحد ذرة من الصوديوم بذرة من الكلور ، وهكذا لن نعثر على مركب مثل « ص كل$_٢$ » لأن ذرة من ذرتى الكلور لن تجد اليد التى تشتبك معها ، ولكن « كا كل$_٢$ » يوجد فعلا لأن ذرة الكالسيوم لها يدان ، وتستطيع أن تمسك بكلتا ذرتى الكلور .



ذرة « النيون » تصيح : إليك عنى أيتها الذرات جميعاً . . . !

وكل من الفضة والذهب تكافؤهما واحد ، وتكافؤ الكالسيوم « ٢ » والألومنيوم « ٣ » ، وهناك قلة من العناصر مثل الهليوم والنيون تقول : « لا مصافحة ولا تشابك بالأيدى . . . » لجميع الذرات الأخرى ، فهذه تكافؤها صفر ، ولا ترتبط بشيء على الإطلاق ، إلا أن أغلب الذرات يتراوح تكافؤها بين واحد وسبعة ، ومع ذلك نرى بعض العناصر وبخاصة عنصر الكربون لها أكثر من تكافؤ واحد ، ومثل هذه العناصر تتاح لها فرصة تكوين عدد أكبر من المركبات الكيموية .

وبطبيعة الحال ، لا يؤمن الكيموى بأن الذرات ليست سوى أقزام تتشابك بالأيدى ، بل هو يعرف الآن أن الذرات تضم كهارب صغيرة تعرف باسم **الكترونات** ، وهو يستطيع فهم التكافؤ على أنه الارتباط الذى يتم بين الذرات كنتيجة لفعل جذب الإلكترونات فيما بينها .



٤ ـ البترول رأس مال صناعة الكيميا

ربما كان البترول ــ باستثناء الماء ــ أثمن وأفيد سائل على وجه الأرض . وزيت البترول ، يوجد على أعماق سحيقة فى باطن الأرض ، فى أماكن متفرقة من العالم ، ومن هذا الزيت الأسود ، نحصل على البنزين ، والكيروسين ، وزيوت التشحيم ، وأنواع الشمع ، والشحم ، وغير ذلك من المواد الاستهلاكية النافعة . . . المواصلات الحديثة . . . العربات والطائرات والقاطرات وغيرها كلها ما كانت لتستطيع السير بغير منتجات البترول . . . !

ورغم أن البترول عرف منذ آلاف السنين ، إلا أن الناس لم يتنبهوا إلى محاولة التنقيب عن البترول فى باطن الأرض حتى كانت الحرب الأهلية فى أمريكا الشمالية ، فإلى هذا التاريخ ، كانت البيوت والمحال العامة والمصانع فى أمريكا تضاء بمصابيح تشتعل فيها ذبالات تقوم على زيت الحوت .

وسرعان ما نشطت حركة التنقيب عن البترول ، وانتشرت آلات الحفر « البريمات » فى بنسلفانيا ، وأوكلاهوما ، وتكساس ، وكاليفورنيا ، ونشأت مدن جديدة حيث تفجرت آبار البترول ، ملأتها الحياة والعمران .

ومن بعد ذلك استنبطت آبار هائلة للبترول فى روسيا ، حيث كان البترول منذ القدم يتفجر فى صورة نافورة فى مدينة باكو على بحر قزوين ، وفُجِّرت آبار عظيمة للبترول فى السعودية ، وإيران ، وأمريكا الجنوبية ، وجزر الهند الشرقية ، والكويت ، وقطر ، والعراق ، والجمهورية العربية المتحدة .

وينتج العالم اليوم أكثر من بليونى برميل من البترول سنويًّا ، وهو مقدار يمكن أن يكون بحيرة مساحتها ميل مربع وعمقها ٣٠٠ قدم ، وتنتج الولايات المتحدة وحدها حوالى ثلثى هذا المقدار . . . ! !

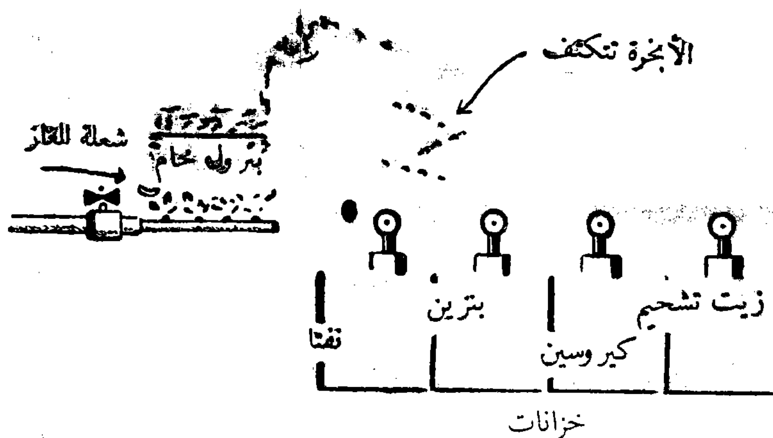
وعملية التنقيب عن البترول ثم رفعه إلى سطح الأرض ، ما هى إلا الخطوة الأولى ، وقبل أن يعد هذا السائل الأسود اللزج ذو الرائحة الكريهة ، ليعطى المركبات الكثيرة ذات النفع الكبير التى يتضمنها ، قبل ذلك لابد من تكريره ، وهذه العملية تتم بالتقطير الذى سبق أن وصفناه فى الفصل الأول .

فيسخن البترول ببطء فى خزانات كبيرة ، حيث تتبخر المركبات الخفيفة جداً فى خليط الزيت ، وذلك لأن درجة غليان هذه المركبات الخفيفة منخفضة ، فتحول الأبخرة إلى خزان آخر بحيث يتم تبريدها ، فتتحول إلى سائل مرة أخرى ، وهذه عبارة عن مركبات كيموية مثل « النفثا » وهى تستعمل فى صناعة الطلاء « الورنيش » .

أما الخطوة التالية ، فهى تسخين الزيت الخام لدرجة حرارة أكبر قليلا ، وهنا يتبخر خليط البنزين أو الجازولين . . . وبزيادة التسخين ورفع درجة الحرارة ، تتصاعد أبخرة الكيروسين ، ثم تأتى زيوت التشحيم ثم الدهون المعدنية والفازلين وشمع البرافين والأسفلت . . . هذه تأتى كلها واحدة تلو الأخرى .

وهذه المركبات تحول إلى أشياء نافعة . . . إلى مواد لتعبيد الطرق ، إلى لينولين ، إلى مبيدات حشرية ، إلى دهانات ومستحضرات تجميل . . . إلى شموع ومطاط صناعى ، وعشرات من المواد الاستهلاكية الأخرى .

والسؤال الآن إلى أى نوع من المركبات الكيموية ينتمى زيت البترول . . . ومن أين جاء إلى هذا العالم . . . ؟



البترول الخام يكرر بوساطة عملية التقطير

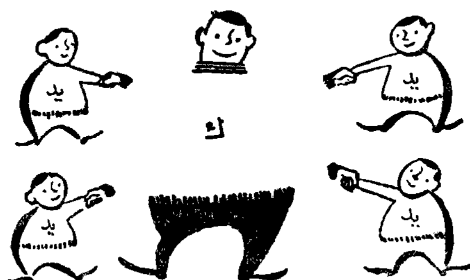
يعتقد العلماء أنه حدث منذ ملايين السنين ، أن تجمعت النباتات الدقيقة والحيوانات المتناهية الصغر فى قاع البحر ، وهناك فارقت الحياة ، ثم غطتها الرمال ، هذه الرمال لم تلبث أن استحالت صخوراً ، احتوت هذه الكائنات الدقيقة فى أعماقها ، وتحللت هذه الكائنات ، وتحولت إلى سائل أسود لزج ، وبعد ردح طويل من الزمن ، بعد أن أصبحت الصخور بعضاً من الأرض اليابسة اكتشف الناس الكنوز المختبئة فى باطن الأرض . . . كنوز البترول أو الزيت الأسود . . . !

ويرى الكيموى اليوم ، أن زيت البترول عبارة عن خليط يضم حوالى ستين مركباً تعرف باسم **الأيدروكربونات** ، وكل جزىء من هذه المركبات عبارة عن سلسلة من ذرات الكربون تتشابك معها ذرات الأيدروجين .

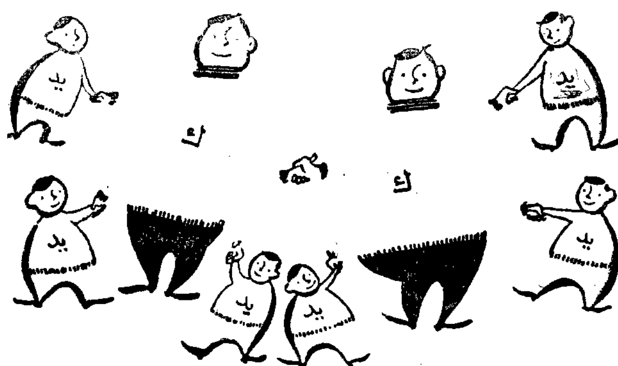
والكربون يعتبر من الوجهة الكيموية عنصراً رائعاً تحمل ذراته وداً وصداقة بعضها لبعض ، فهى تميل دائماً إلى تكوين اتحادات فيما بينها . . . !

والكربون عادة يكون تكافؤه « ٤ » ، وهذا يعنى أن كل ذرة كربون يمكن

تصورها على أنها تحمل أربع أيد ، فمثلا ذرة كربون يمكنها أن تقبض على « ٤ » ذرات أيدروجين لتكون جزيئاً من « الميثان » الذى هو عبارة عن أبسط مركبات البترول ، ويمكننا تصوير جزىء« الميثان » هكذا :



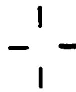
والمركب الثانى فى المجموعة يضم ذرتين من الكربون وست ذرات من الأيدروجين ويسمى « إيثان » ، ويشبه بهذا الرسم :



ومن الآن فصاعداً سنرسم الشكل التقريبى للجزيئات كما يفعل عالم الكيميا، مستخدمين الرموز الكيموية للذرات ، وشرطة صغيرة لتعبر عن كل زوج

من الأيدى المتشابكة بين كل زوج من الذرات ، هذه الشرطة يطلق عليها الكيمويون رباط التكافؤ .

أما الصورة التى توضح تركيب الجزىء والطريقة التى ترتبط بها الذرات فى داخله فتعرف باسم القانون التركيبى ، وعلى ذلك « فالميثان » و « الايثان » يصورهما الكيموى هكذا :

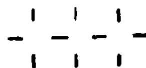


« ميثان »

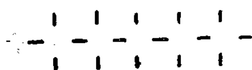


« إيثان »

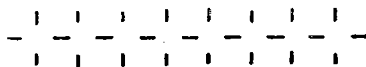
وهذه بعض مركبات أخرى توجد أيضاً فى البترول :



« بروبان »



« بنتان »



أوكتان

ونلاحظ كيف تقوم كل من هذه المركبات على نظام موحد من البناء المتسلسل، ويحتوى أثقل وأطول جزىء فى مجموعة إيدروكربونات البترول على « ٦٠ » ذرة كربون ، وقانونه الكيموى هو $\text{ك}_{٦٠}\ \text{يد}_{١٢٢}$.

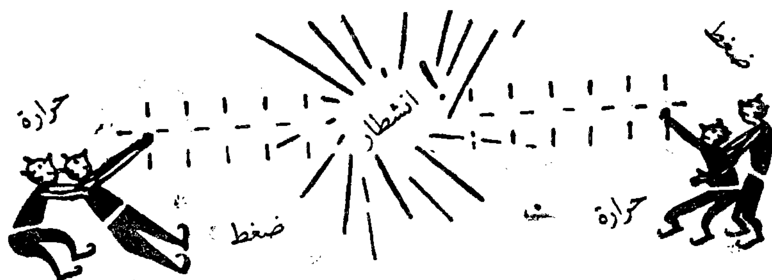
وعند تقطير زيت البترول الخام فإن الجزيئات الخفيفة التى يتراوح عدد ذرات الكربون فيها بين ست واثنتى عشرة ذرة تجمع فى خزانات خاصة حيث

تعاد معالجتها مرة أخرى بعمليات تقطير وعمليات كيموية قبل تكون هذا السائل الذى نعرفه باسم الجازولين ، أو البنزين .

وفى السيارة عندما يتجه البنزين من الخزان إلى محرك السيارة فإن سائل البنزين يتحول إلى بخار ، ويختلط فى نفس الوقت بالهواء ، وفى داخل المحرك تعمل الشرارة الناتجة من شمعة الاحتراق على حدوث الفرقعة فى خليط الهواء وبخار البنزين داخل الأسطوانة وهذه التى تعطى القوة المحركة للسيارة .

واليوم بعد تضاعف عدد السيارات والجرارات والطائرات لم يعد البنزين المستخلص من البترول بوساطة عملية التقطير بكاف للاستهلاك ، ولحسن الحظ تفتقت عقول الكيمويين عن حيل جديدة لإنتاج جزيئات صناعية لهذا الغرض .

ومن بين هذه الحيل الطريقة المعروفة باسم « التكسير » ، فالمعروف أن الزيت الذى يستخدم وقوداً لتدفئة المنازل وتسيير عربات الديزل والبواخر عبارة عن مزيج من « الأيدروكربونات » التى تعتبر جزيئاتها تعادل أضعاف طول الجزيئات التى يتركب منها البنزين ، فإذا ما خضعت هذه الجزيئات للضغط الشديد ، وتعرضت فى نفس الوقت للتسخين بقسوة ، فإن هذه السلاسل الطويلة لا تلبث أن تتحطم وتنكسر كل منها إلى مجموعة من الجزيئات لا تضم إلا بضع حلقات ، وبهذه الطريقة أمكن الحصول على حوالى برميلين من البنزين مقابل كل برميل واحد من البترول الخام . . . !



وهناك طريقة أخرى للحصول على مزيد من البنزين ، وهى أن نحاول

ضم جزيئات المركبات الخفيفة بعضها إلى بعض لتكون مركبات ذات سلاسل أطول وهذه تعرف باسم طريقة التجميع ، وهى عكس طريقة التكسير التى تعمل على التفرقة .

وما زالت هناك طريقة أخرى للحصول على وقود البنزين ، وغاز مواقد الطهى ، من الفحم وليس من البترول .



٥ ـ الذرات تختار رفيقاتها

٩٥٪ من المركبات الكيموية تحتوى عنصر الكربون ، كل شىء تأكله تقريباً ، أو تلبسه ، يحوى الكربون ، وكذلك مئات المواد التى تستهلك يومياً كالأصباغ والعقاقير الطبية وأنواع اللدائن « البلاستيك » والصابون ، كلها تحتوى على الكربون .

والعامل الذى يجعل من الكربون عنصراً بعيد الفائدة عن غيره من العناصر ، هو الشعبية والبساطة وروح الود التى تمتاز بها ذرات هذا العنصر ، إنها تميل دائماً إلى أن يتقارب بعضها من بعض ، ومن غيرها من العناصر لتبنى جزيئات ، وبعض هذه الجزيئات بسيط يضم فى داخله بضع ذرات قليلة ، وبعضها ضخم قد يصل عدد ذراته إلى المئات ، وجسمك الإنسانى يضم فى تركيبه بعضاً من أكثر مركبات الكربون تعقيداً وما زال علماء الكيميا حائرين أمام هذه المركبات ، وهم يحاولون الكشف عن أسرار تركيب جزيئاتها .

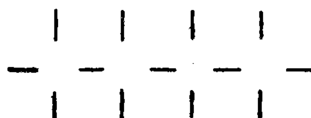
وفى فجر عصر الكيميا ، كان الناس يعتقدون أن مركبات الكربون تتكون بوساطة « قوة حيوية » لا توجد إلا فى الجسم الحى ، وقد أطلقوا على هذه

المركبات مركبات عضوية ، نسبة إلى أنها لا تتكون إلا فى العضو الحى من النبات أو الحيوان .

ولكن بعض العلماء ارتاب فى فكرة « القوة الحيوية » ، وفى مقدمة هؤلاء عالم ألمانى شاب يدعى « وهلر » Wohler ، وبدأ التجربة . . . بدأها بمواد عادية ، لينتهى بمركب البولينا ، الذى كان حتى ذلك الحين لا يوجد إلا فى كليتى الحيوان ، ورغم أن هذه التجربة أثبتت بما لا يدع مجالا للشك ، أن المركبات العضوية يمكن صنعها فى المعمل دون الاستعانة بأى حيوان أو نبات فقد أخفى « وهلر » النتيجة فى صدره وظلت سرًّا مطويًّا لمدة ثلاث سنوات خوفاً من أن يكذبه الناس . . . !

وبمضى الزمن حاول العلماء تركيب بعض المواد العضوية الأخرى وصنعها فى المعمل ، حتى جاء اليوم فى هذا العصر الذى أصبح فيه كل مركب موجود فى جسم الكائن الحى يكاد يصنع داخل المعمل الكيموى ، من مواد معدنية مثل حجر الجير والفحم . ومع ذلك فقد ظل علماء الكيميا حريصين على اسم « الكيمياء العضوية » يختصون به هذا الفرع من الكيميا الذى يتعامل مع مركبات الكربون ، فى حين يطلق على دراسة جميع المركبات الأخرى التى لا تحتوى على الكربون « الكيمياء غير العضوية » .

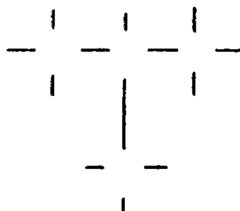
وقد رأينا فى الفصل السابق أن البترول ليس سوى خليط من الأيدروكربونات المختلفة قد انتظمت ذرات الكربون داخلها بطريقة متسلسلة ، ومع ذلك فإن هناك شيئاً يستطيع الكيموى أن يأتيه ، ذلك هو أن يجعل ذرات الكربون تتشابك بأيديها بطرق مختلفة ، فمثلا فيما يلى جزىء مركب معروف باسم البيوتان العادى :



« البيوتان العادى »

ك٤ — يد١٠

ومنه ترى أن كل « وصلة » من « وصلات » التكافؤ الأربع لكل ذرة من ذرات الكربون — كما هى الحال فى الأيدروكربونات الأخرى — قد ارتبطت بذرة أخرى من الكربون أو ذرة من الأيدروجين ، ويستطيع الكيموى أن يحول جزىء « البيوتان العادى » إلى نوع آخر هو « البيوتان المشابه » ، الذى يبدو كذلك :



« البيوتان المشابه » (ك$_{٤}$ يد$_{١٠}$)

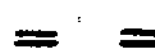
وهنا انتزعت ذرة كربون من السلسلة وألصقت بذرة الكربون المتوسطة من الثلاث الباقية ، ورغم أن كلا من الجزيئين يتركب من نفس الذرات فإن الخلاف فى الطريقة التى تتصل بها الذرات بعضها بالبعض الآخر تعنى أن كلتا المادتين مختلفة عن الأخرى تمام الاختلاف. حقيقة أن القانون الكيموى لكل منها واحد ، ولكن الخلاف يبدو فقط عند توضيح الصورة التى تبين طريقة ارتباط الذرات .

والتحول من « البيوتان العادى » إلى « البيوتان المشابه » مجرد مثل لإمكانية إعادة تنظيم الذرات داخل الجزىء ، الشىء الذى يمكن أن يتخذ عدداً كبيراً من الأشكال فيما يختص بالمركبات ذات السلاسل الطويلة ، حتى إنه إذا طالت السلسلة إلى المركب « ك$_{٢٠}$ يد$_{٤٢}$ » وجدنا أنفسنا أمام احتمال وجود مائة ألف صورة ، إلا أن القليل فقط من هذه الاحتمالات أمكن تحقيقه عملياً ، ويطلق على هذه الصور المختلفة من التنظيمات فى الجزىء الواحد « **التشكلات** » .

وكأنما كل هذا النشاط لا يكفى ذرات الكربون المشتعلة حيوية ، فنرى هذه الذرات لها شهوة عجيبة فى بعض الأحيان لاستخدام اثنتين وأحياناً ثلاثاً من أيديها لتشتبك بذرة أخرى .

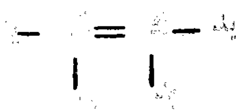
فعندما يشتعل الفحم أو الخشب أو الأيدروكربونات فإن كل ذرة من الكربون ترتبط بذرتين من الأكسجين لتكون جزيئاً من الغاز المعروف باسم « ثانى أكسيد الكربون » (ك ا٢) ، وأنت تعرف هذا الغاز الذى لا يرى بالعين فى شكل فقاقيع فى المياه الغازية أو الصودا ، وهو يستخدم أيضاً فى ملء أجهزة إطفاء الحريق وهو الذى يحدث انتفاخ العجينة فى الخبز والكعك ، وليس « الثلج الجاف» سوى غاز ثانى أكسيد الكربون أمكن تبريده إلى درجة تحويله إلى مادة صلبة .

والتركيب الكيموى لغاز ثانى أكسيد الكربون يوضح هكذا :



لاحظ الوصلة المزدوجة بين ذرة الكربون وكل من ذرتى الأكسجين .

إن بعض المركبات تضم الوصلات المزدوجة بين ذرتى كربون ، ومثال ذلك « الأثيلين » وهو غاز يستخدم لتعجيل إنضاج الفاكهة ، كما يستعمل كمخدر ، وتتركب جزيئاته هكذا :



« أثيلين »

وبربط ذرات أكثر من الكربون ومن الأيدروجين إلى جزىء الأثيلين ، يستطيع عالم الكيميا أن يحصل على الآتى :



« بيوتيلين »　　　　« برو بيلين »

وجزيئات عديدة أخرى ، بعضها يتكون فى أثناء عملية التحطيم فى صناعة الجازولين — البنزين — ، وهذه المركبات أبطأ فى احتراقها من المركبات المتسلسلة المنتظمة ، ولهذا فهى تمنع القرقعة داخل المحرك .

وهناك أيضاً الوصلة الثلاثية بين ذرات الكربون فى بعض المركبات ، والأسيتيلين الذى هو عبارة عن غاز يشتعل ويمتاز بلهب قوى جداً ، يستخدم فى لحام المعادن ، له هذا التركيب :



« أسيتيلين »

أما المركب الذى يستخدم فى صناعة البلاستيك بكثرة وصناعة المطاط الصناعى فيمتاز بأنه يضم فى كل جزىء منه الوصلة الفردية والمزدوجة والثلاثية ، بين ذرات الكربون بداخله ويعرف باسم فينيل أسيتيلين Vinylacetylene .



« فينيل أسيتيلين »

ورغم الدراية الواسعة بهذه الاحتمالات العديدة ، فقد ظلت مجموعة من المركبات العضوية ، مبعث حيرة وقلق للعلماء ، لسنوات طويلة ، وكان أبسط هذه المجموعة المحيرة هو البنزين Benzene ك$_٦$ يد$_٦$ ، وهو يختلف تماماً عن

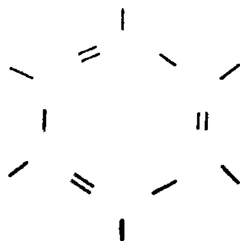
البنزين الذى يستخدم فى تحريك السيارات والطائرات الذى سبق ذكره عند الحديث عن البترول ، إذ يتكون الأخير من المركبات التى عرفناها باسم الأيدروكربونات .

لم يستطع أحد أن يتصور الطريقة التى ترتبط بها ذرات الكربون والأيدروجين فى جزيئات هذه المجموعة من المركبات الغريبة ؛ إذ كلما طرأت على الفكر صورة استحال تطبيقها ، إلى أن استطاع عالم كيموى يدعى « كيكولىKekulé » حل اللغز فى حلم جميل . . . !

كان صاحب الحلم يعمل فى معمله ببلجيكا منذ حوالى مائة سنة ، عندما أنهكه التعب وقرر الإخلاد إلى الراحة بعض الوقت حيث جلس فى مقعد وثير وأمامه نيران المدفأة تتراقص . . . ولم يلبث أن غفت عيناه وهو يرقب اللهب . . . وفى الحلم بدت ألسنة اللهب المتراقصة ، ذرات تتحرك وتتراقص ، ومن هذه الذرات تكونت مجموعات متشابكة فى صفوف طويلة راحت تتلوى مثل الثعابين ، وفجأة التوى واحد من هذه الثعابين ليستقر ذيله فى فمه .

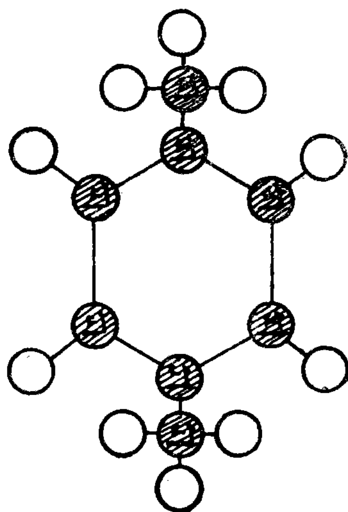
وفى الحال استيقظ العالم الحالم مفزوعاً . . . لقد وصل . . . ! واتجه فى الحال إلى مكتبه وهو مضطرب وجلس يرسم الصور الكيموية ويزودها بالرموز وعمل كثيراً حتى توغل فى أعماق الليل قبل أن يأتيه الجواب الصحيح :

إن جزىء البنزين حلقة من الذرات ، إنه سلسلة ضمت طرفيها . . . وهذا هو رسمها :



واستطاعت هذه الصورة أن تفسر جميع الحقائق المعروفة عن هذا الجزىء، وأطلق عليها اسم حلقة البنزين ، وكانت هذه الصورة هى أساس الخطة الرائعة التى عليها شيدت جزيئات جديدة من أنواع لا حصر لها من المركبات .

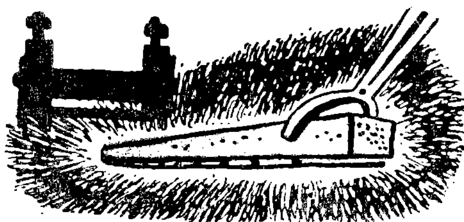
وقد أصبحت القوانين التركيبية اليوم مرشداً أميناً للكيمويين فى جميع أنحاء العالم لابتكار مواد جديدة ذات فوائد جمة ولم تسبق معرفتها من قبل ، والحقيقة أن العلماء يضعون « تصميم » هذه الجزيئات الجديدة قبل البدء فى بنائها تماماً ، كما يفعل المهندس المعمارى قبل تشييد البناء ، ولكى يتم تنفيذ هذه التصميمات ، فإن علماء الكيميا العضوية ، لا يخجلون وهم يلعبون بالكتل الخشبية أو غير الخشبية . فهم يستخدمون كرات خشبية أو مصنوعة من اللدائن « البلاستيك » ملونة ، ترمز كل منها إلى نوع من الذرات ، ثم يصلون بين هذه الكرات بوساطة قضبان قصيرة يمكن أن تستقر فى ثقوب خاصة ، وبعملية تغيير وتبديل فى الذرات . . . برفع ذرة من هنا واستبدالها بأخرى أو بمجموعة كاملة من الذرات ، يمكن للعلماء أن يعلنوا كيف يمكن إخراج مادة جديدة تماماً إلى هذا العالم .



وفيما يلى نموذج لمركب يعرف باسم « الزيلين xylene » مكون من القضبان والكرات الملونة :

هذه الصورة لا تختلف كثيراً عن شكل خيالى مقرب من شكل هوائى جهاز التليڤزيون ، وعندما فكر العالم الكيموى فى تركيب هذه المادة راح يهمس إلى نفسه : « دعنا نجرب أيمكن رفع ذرة الأيدروجين فى قمة وأسفل حلقة البنزين واستبدال مجموعة كاملة من ك يد٣ بكل منهما . . . » وكاد فى الحال يتعرف أوصاف المركب الجديد ، ثم اتجه إلى معمله يبحث عن الوسيلة العملية لتركيب الوليد الجديد .

فالتصميم التركيبي عن طريق النماذج يأتى أولا ، وإلا لكانت الكيميا العضوية ضرباً من التخبط ، ولظلت أنواع عديدة من المركبات الثمينة التى نستخدمها اليوم فى البيت والمصنع والحقل والمستشفى فى عالم المجهول .



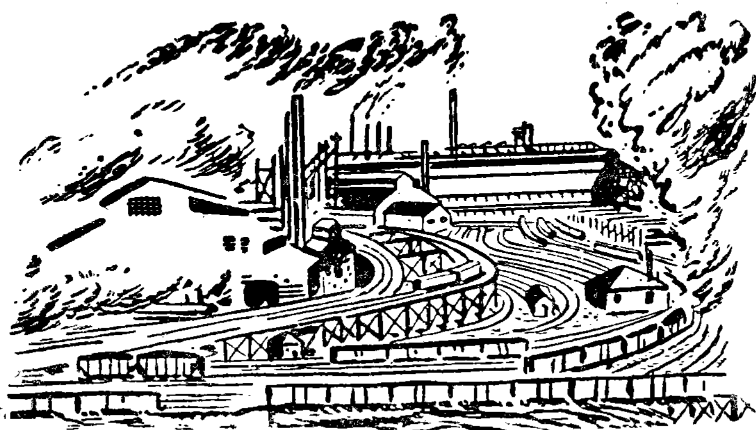
٦ ـ الكيموى فى مصنع الحديد والصلب

لو كنت ممن سمحت لهم الظروف بزيارة حلوان بالجمهورية العربية المتحدة أو بتسبرج أو جارى أو كليفلند بالولايات المتحدة ، أو برمنجهام بإنجلترا لأدركت ما عليه مصانع الصلب والحديد من عظمة ونشاط . . . الأفران اللافحة تتعالى بقاماتها إلى ما يزيد على مائة قدم ، وتبعث بسحب دخانها إلى عنان السماء . . . وعلى مقربة تتحرك الرافعات الأوتوماتيكية تجرف حمولاتها الضخمة من خامة الحديد . . . ومن داخل بناء المصنع القليل الارتفاع والمتسع المساحة تتعالى أصوات مدوية ، حيث تجرى عمليات « الدرفلة » وتشكيل حديد الصلب المنصهر الأبيض فى شكل ألواح أو قضبان أو مواسير أو سفافيد « أسياخ » . . . وعندما تتشح الدنيا بالسواد ويخيم الليل تتوهج السماء بألسنة اللهب المتصاعدة من الأفران التى لا تسكت أبداً ، ويضىء الشرر المنبعث من أعماقها السماء لعدة أميال بعيداً عن أرض المصنع . . .

ويبدو فى الظاهر أن ما يجرى داخل هذا المصنع الكثير الدخان ، المتعالى الدوىّ ، ليس له وثيق صلة بعمل الكيموى ، إلا أن صناعة الصلب ليست فى الحقيقة سوى سلسلة من التغيرات الكيموية ، وفى داخل مصانع الحديد والصلب الحديثة يوجد عدد لا بأس به من الكيمويين يعملون من أجل هذه التغيرات

الكيموية . . . هؤلاء العلماء يسهرون فى مراقبة ملايين أطنان الصلب التى تنتجها المصانع سنويًّا والتى تقدر فى الولايات المتحدة فقط بحوالى ١٢٠ مليون طن ، وهذا يعنى أن كل فرد فى أمريكا ، رجلا كان أو سيدة أو طفلا ، يكون نصيبه فى العام ١٧ بوصة مكعبة من الصلب ؛ أى ما زنته حوالى ثلاثة أرباع الطن .

وليس هناك خلاف على الدور الذى يلعبه الصلب فى العصر الحديث ، فهو أمنع وأقوى مادة لدينا ، وبدونه ما كانت لتوجد تلك الأبنية الشامخة ولا الجسور «الكبارى» المنيعة ولا القاطرات ولا البواخر ولا العربات ولا الطائرات .



الكيميا عامل أساسى فى كل مصنع للصلب

ولولا الصلب ما كانت لتوجد آلة حارثة للأرض ، ولا علبة معدنية تحفظ فيها منتجات الأرض ، وما كانت لتوجد آلة للطباعة تخرج آلاف الصحف فى دقائق ، ولا محركات كهربية أو جهاز للتليفون ، أو أدوات على شتى أشكالها .

والآن من أين يأتى الصلب . . . ؟

إنه خليط من عنصر الحديد (ح) وكمية قليلة من الفحم وبعض العناصر الأخرى ، فالحديد لا يوجد فى باطن الأرض على صورة معدنية ، ولكنه يوجد فقط على شكل خامة الحديد التى هى عادة مركب من الحديد والأكسجين ، وتوجد كميات هائلة من خامة الحديد فى منيسوتا ، وألباما ، وعدة ولايات أمريكية أخرى كما توجد كميات هائلة من خامة الحديد فى أسوان . وبعد الحصول على خامات الحديد من باطن الأرض ترسل إلى المصانع حيث يستخلص الحديد ويفصل عن حليفه الكيموى عنصر الأكسجين .

وكل مركب مكون من فلز متحد بالأكسجين يطلق عليه اسم أكسيد الفلز Oxide ، فخامة الحديد هى أكسيد للحديد ، لا تختلف كثيراً عن صدأ الحديد ، والعملية التى يتم بوساطتها تفتيت الأكسيد لاستخلاص الفلز نفسه تعرف باسم عملية **الصهر** .

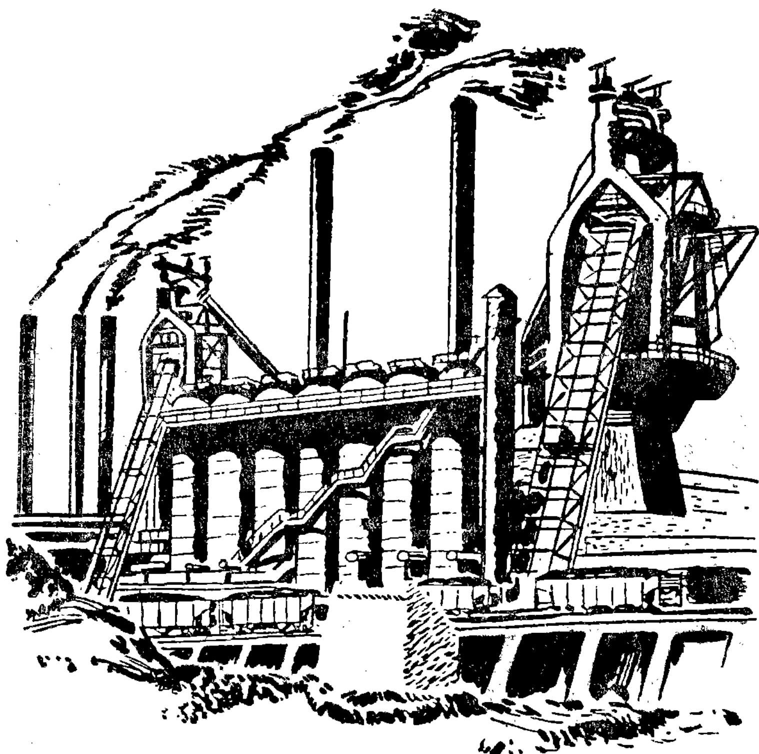
ولكن فى حالة أكسيد الحديد نجد أن ذرات الأكسجين تتشبث بارتباطها بذرات الحديد بقوة ، ولهذا فإن ذرات الأكسجين لابد لها من منتزع آخر وهو فى هذه الحالة الكربون الذى يضاف ليتحد بها ، ويتم ذلك بوضع فحم الكوك فى الفرن اللافح جنباً إلى جنب مع خامة الحديد ، وفحم الكوك يحصل عليه بعملية التقطير الإتلافى للفحم الحجرى ويكاد يكون كربوناً نقياً .

وينفخ تيار من الهواء الساخن فى الخليط لكى يحترق فحم الكوك (ومن هنا سميت مثل هذه الأفران بالأفران اللافحة) . ولا ينجم عن عملية الاحتراق هذه ارتفاع فى درجة الحرارة فقط ، ولكن ينجم أيضاً أول أكسيد الكربون الغاز السام جداً الذى يخرج من ماسورة « العادم » فى السيارة ، ويقوم هذا الغاز فى الفرن اللافح بعملية انتزاع الأكسجين من أكسيد الحديد تاركاً فلز الحديد الذى يتجمع فى صورة قطرات تتهاوى إلى حوض فى قاع الفرن .

وخامة الحديد تحتوى عادة على شوائب من الفلزات الأخرى يجب تنقيتها منها عند صهرها ، ويتم ذلك بوضع حجر الجير فى الفرن اللافح حيث يتحد مع السيلكون والشوائب الأخرى مكوناً فضلات تعرف باسم « الخبث Slag » .

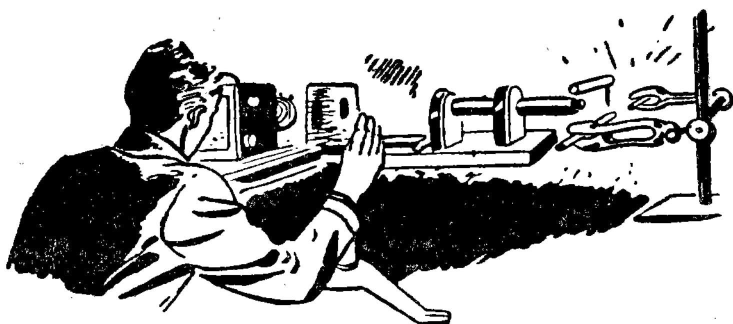
وبمجرد أن يبدأ تشغيل الفرن اللافح ، يواصل العمل لمدة شهور ، وربما أعوام كاملة قد تصل إلى خمسة أعوام دون أن يتوقف لحظة واحدة ، وفى كل دقيقة يلتهم أكثر من طن من الحديد الخام وفحم الكوك وحجر الجير ، وفى نفس الوقت تسخن كمية من الهواء كافية لتملأ بيتك كله إلى درجة ألف مئوية ، وتنفخ فى الخليط ، وكل ست ساعات يسمح لمصهور الحديد الأبيض بأن يتدفق من أسفل الفرن حيث يمكن له أن يستقر فى قوالب يتجمد فى داخلها متحولا إلى كتل كبيرة من « الحديد الزهر » ، أو ينقل رأساً داخل عربات سريعة فى حالته السائلة ليحول إلى صلب .

والفرن اللافح الكبير يمكنه أن ينتج أكثر من خمسين طناً من الحديد فى الساعة الواحدة .



أكسيد الحديد يتفتت داخل الفرن اللافح

وفى كل مرة يخرج الحديد المنصهر من الفرن اللافح ، تجرى عملية التبريد على عينة من المصهور ، وتنقل بسرعة إلى المعمل الكيموى ، حيث يجرى تحليلها لتعيين العناصر المختلطة بفلز الحديد ، وكانت هذه العملية فى الماضى تتطلب الكثير من الوقت ، فكان لابد أولا من إذابة العينة فى الحامض ثم تضاف بعد ذلك عدة أنواع من الكيمويات ، التى تكون مركبات بالاتحاد مع العناصر الموجودة فى هذه العينة ، وبالتعرف إلى هذه المركبات الناتجة من الاتحاد ، يمكن للكيموى أن يحدد العناصر الموجودة . . . وهذا كله يستغرق وقتاً طويلا .



الكيموى يستخدم « المطياف » الاسبكترو جراف لتحليل عينة من الصلب

أما اليوم فقد اختصر الكيموى هذا الزمن بالاستعانة بجهاز يعرف « بالمطياف Spectrograph فهو يسمح بمرور تيار كهربى بين قضيبين قصيرين من عينة الحديد ، والضوء المتوهج المنبعث من الشرارة التى تتولد بين القطبين يجرى تحليلها بوساطة المطياف الذى يحدد الألوان التى تضمنتها ، وفى دقائق قليلة ، يكون بين يدى الكيموى تقرير مفصل عن هذه الألوان فى صورة خطوط طيفية فوق فيلم فوتوغرافى .

وكل عنصر كيموى يعطى مجموعة واحدة محددة من الخطوط الطيفية ، وهكذا يستطيع الكيموى بنظرة عاجلة إلى الصورة أن يحدد بالضبط العناصر الموجودة فى العينة ، ومن مدى عمق اللون وشدته يمكنه تعيين نسبة كل من هذه

العناصر فى العينة ، وهذه البيانات هامة جداً لأنها توضح الطريق أمام الكيموى ليعرف ما يجب عليه أن يضيفه أو ينقصه ليحصل على الأنواع المختلفة من الصلب من مصهور الحديد .

ويخرج مصهور الحديد من الفرن اللافح . وقد تضمن نسبة ضئيلة من الكربون ، والمنجنيز ، والسليكون ، والفوسفور ، والكبريت ، هذا هو **الحديد الزهر** ، وتصنع منه الصنابير والمواسير وبعض قطع الغيار فى الآلات ، ولكنه سهل الكسر لصلابته الشديدة التى تسمح بتفتته وتحول دون صلاحيته للاستعمال فى أغراض أخرى عديدة .

وقد وجد العلماء أن المسئول الأول عن هذه القابلية للتفتت والكسر ، هو الكربون الذى يختلط بالحديد فى داخل الفرن اللافح ، ولهذا فهم يحرقون أو يؤكسدون النسبة الكبرى من الكربون ، لتحويل الحديد إلى **صلب** .

وفى إحدى الطرق التى يتم بها هذا التحويل ، ينقل حوالى عشرين طناً من مصهور الحديد فى خزان كبير يشبه شكل البيضة ويعرف باسم « محول بسمر Bessemer converter » نسبة إلى الرجل الذى اخترعه منذ أكثر من مائة عام ، ثم يحرك الخزان ليكون فى وضع أفقى حيث ينفخ فيه تيار من الهواء الساخن يتخلل مصهور الحديد ، هذا التيار الملتهب يشعل الكربون والسليكون والمنجنيز ، مرسلا ألسنة هائلة من اللهب تتعالى إلى ارتفاع مائة قدم أو تزيد ، وهى تلقى بقطع من الحمم المشتعل المتوهج .

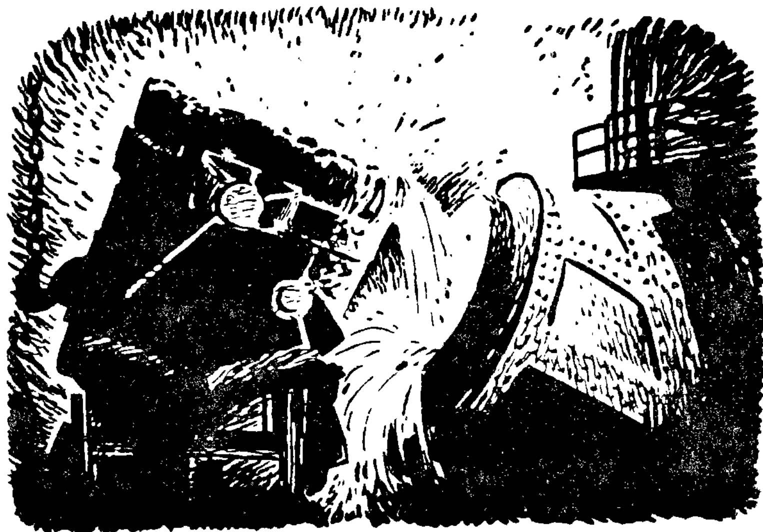
وبعد حوالى ١٥ دقيقة يخفت اللهب ، ويعرف صانع الصلب أن الشوائب قد احترقت وأن الحديد تحول إلى صلب ، وهنا يدار الخزان من جديد استعداداً لتفريغ ما بجوفه من صلب منصهر بعد وقف تيار الهواء الساخن .

وللحصول على عينات من الصلب أكثر نقاء تستخدم الأفران ذات الأحواض المفتوحة ، حيث تدفع عدة مئات من أطنان الحديد المنصهر فى الحوض ، ويضاف حجر الجير ومصهور الحديد وخام الحديد ثم تدفع ألسنة اللهب بين الحديد المنصهر بوساطة الغازات المشتعلة أو البترول ، حيث ترتفع

درجة الحرارة إلى ٣٠٠٠ درجة ، هذه الدرجة الهائلة من الحرارة كفيلة بحرق جميع الشوائب ، وبعد ١٢ ساعة ، يسمح للصلب المتبقى بالاندلاع من الفرن ، ويكون الفوسفور قد اتحد ببعض المواد ، مكوناً خبثاً ، يمكن استخلاصه بسهولة من مصهور الصلب ، لاستخدامه فيما بعد فى صناعة السماد .

ولا تغير طريقة صنع الصلب شيئاً من الحقيقة ، فسواء تم ذلك بوساطة محول بسمر ، أم بوساطة الفرن ذى الحوض المفتوح ، أو حتى بوساطة الفرن الكهربى ، فإن الكيمويين يحتفظون بالرقابة الساهرة على التركيب الكيموى للصناعة ، وبمجرد خروجها من الفرن ، تضاف الكميات اللازمة تماماً من المواد المختلفة لتجعل منها المادة المطلوبة للاستخدامات المحددة لها .

والكيموى يقوم بعمل الطاهى ، فيعطى صانع الصلب قائمة من « الطبخات » ، لتحضير مخاليط من الصلب مع بعض الفلزات الأخرى ، كل من هذه المخاليط يعرف باسم سبيكة .



مصهور الحديد يفرغ فى محول بسمر

فمثلا يراد نوع من الصلب الشديد القسوة لصنع بعض الأدوات وبعض القطع الحربية البحرية وناقلات البترول ، هنا يقول الكيموى : «أضيفوا ١٠٪ من المنجنيز " أو " زيادة ٦ ٪ من النيكل . . . » .

وقد يبحث صانع الأوانى ، والطبيب ، عن نوع من الصلب غير قابل للصدأ ، نوع لا يذهب لمعانه عندما يستخدم فى المطبخ أو المستشفى ، وهذا يصنعه منتج الصلب بإضافة بعض الكروم إلى الصلب الخام .

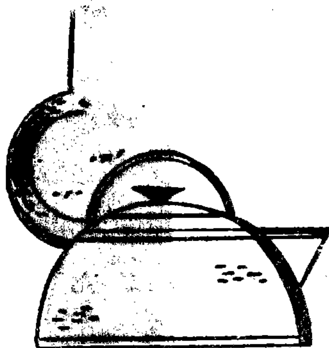
والمغناطيسات المستخدمة فى المحركات الكهربية ، تصنع من الصلب المضاف إليه بعض السليكون ، وإضافة نسب مختلفة من السليكون ينتج الصلب الذى تصنع منه يايات « سست Springs» السيارات . وبعض العناصر الأخرى مثل الموليبدنوم والفانديوم تستخدم للحصول على سبائك أخرى من الصلب ، والمعروف أن إضافة نسبة ضئيلة من هذه الفلزات كلها ينجم عنها حدوث تغيرات كبيرة فى الصلب نفسه .

وبعد صب مصهور الصلب فى قوالب كبيرة ، يبرد الصلب ويتجمد فى شكل كتل كبيرة ، حيث تجرى عملية الدرفلة فتضغط هذه الكتل وتحول إلى صفائح أو قضبان أو أسياخ أو ألواح .

ويمكن للقضيب أن يحول إلى سلك بأن يسحب فى عدة ثقوب متتالية كل منها أصغر من السابق ، وكذلك يمكن تفريغ الأسطوانة الصماء لتتحول إلى ماسورة .

كذلك يمكن تحويل قرص من الصلب الساخن إلى عجلة عربة سكة حديد بوساطة الضغط الهائل الذى لا يقل عن كتلة باخرة حربية .

هذه الأشياء كلها والآلاف غيرها من منتجات الصلب ، توجد الآن بين أيدينا من أول الدبوس الدقيق إلى قاطرة السكة الحديد الضخمة ، كلها فى خدمتنا فقط لأن العلماء استطاعوا أن يعرفوا الكثير عن كيميا هذه المادة العجيبة . . . مادة الحديد . . . أو مادة الصلب . . . ! !



٧ ــ معادن أخرى ذات فائدة

يكون الألومنيوم $\frac{١}{١٢}$ من المادة التى تتكون منها تربة الأرض وصخورها ، ومثله مثل الحديد ، يوجد دائماً متحداً بالعناصر الأخرى ، وبخاصة الأكسجين ، ومع ذلك فاستخلاص عنصر الألومنيوم من مركباته أصعب كثيراً من استخلاص الحديد من مركباته ، وهذا هو السبب الذى من أجله ظل عنصر الألومنيوم غير معروف ، رغم انتشاره فى الأرض ، حتى حوالى مائة عام فقط ، فى حين عرف الحديد واستعمل منذ آلاف السنين .

والمعروف أن نابليون بونابرت عندما كان يقيم حفلا ، فإن ضيوفه المكرمين فقط هم الذين يتناولون الطعام على مائدته بملاعق وسكاكين مصنوعة من الألومنيوم ، أما الضيوف من الدرجة الثانية فيستخدمون أدوات المائدة المصنوعة من الذهب أو الفضة . . . ! !

فقد كان سعر الرطل من الألومنيوم فى ذلك الحين يعادل ٥٠٠ دولار . واليوم لا يساوى ١٤ سنتيما ، وفى كل عام تستخدم الولايات المتحدة الأمريكية وحدها أكثر من نصف مليون طن من الألومنيوم .

والمسئول عن هذا الانقلاب ، اكتشاف توصل إليه طالب بحوث فى الكيميا منذ حوالى سبعين عاماً يدعى « تشارلز هولCharles Hall » عندما كان فى الثالثة والعشرين من عمره .

فبينما كان « هول » يستمع ذات يوم إلى محاضرة فى الكيميا من أستاذه فى كلية « أوبرلين » « بأوهايو » ، قال الأستاذ — عندما جاء ذكر الألومنيوم — : « إن أى شخص يستكشف طريقة للحصول على الألومنيوم على نطاق تجارى سيبارك الإنسانية ويحقق لنفسه ثروة هائلة . . . » .

وكان لهذه العبارة وقع شديد فى نفس الطالب الشاب ، وقرر أن يبدأ العمل لحل هذه المشكلة ، فاقترض بعض الأدوات المعملية ، وأقام معملا فى الجزء الخلفى من بيته داخل « كشك » خشبى .

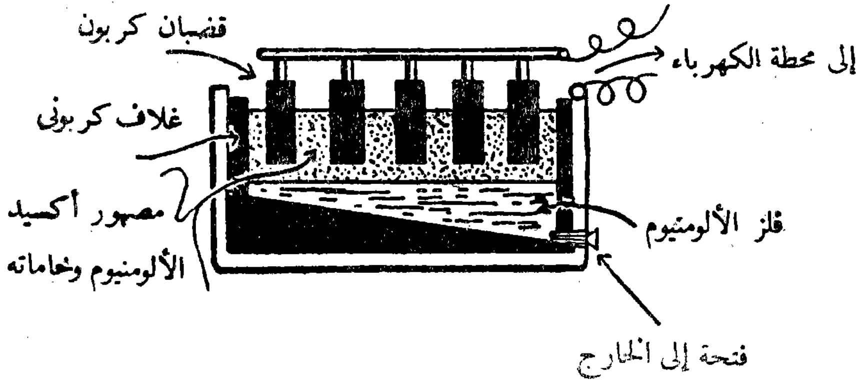
وبعد عامين من هذا التاريخ ، انطلق الشاب « هول » فى فرحة هائلة إلى مكتب أستاذه وقد حمل فى يده شذرات من الفلز اللامع وضعها أمام أستاذه ... لم تكن هذه الشذرات سوى الألومنيوم . . . !

لقد نجح البحث ، ولم تمض فترة طويلة قبل أن تعمم « طريقة هول » لصناعة الألومنيوم ، وهى نفس الطريقة التى ما زالت تستخدم حتى اليوم .

وتبدأ العملية بخام الألومنيوم المعروف باسم « بوكسيت bauxite » ، وهو أحد أكاسيد الألومنيوم ، وجد « هول » أنه يذوب فى مركب آخر من مركبات الألومنيوم يعرف باسم « كريوليت Cryolite » عند إذابته ، وذلك بإمرار تيار كهربى فى المصهور ، فإذا بمصهور فلز الألومنيوم يتجمع فى قاع الوعاء .

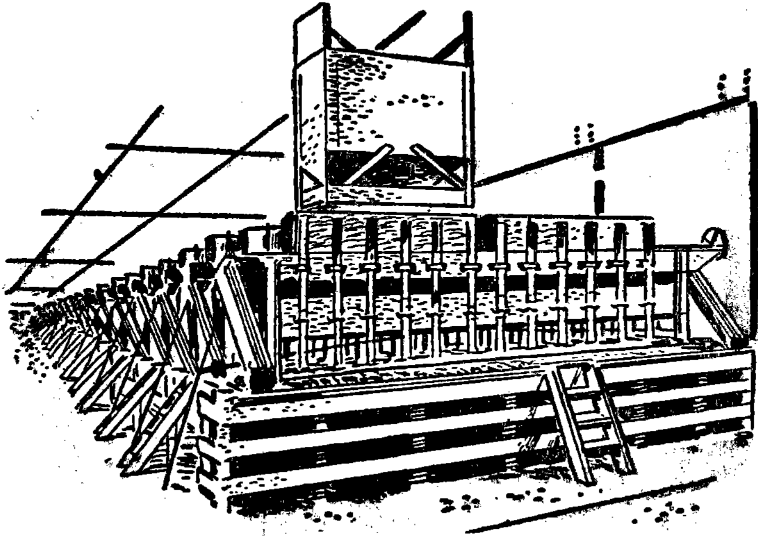
وتوضح الصورة الجهاز المستخدم فى مصنع الألومنيوم ، والعملية معروفة بالتحليل الكهربى ، والأكسجين الناجم عن التحليل يتحد بكربون القضبان مكوناً ثانى أكسيد الكربون ، بينما الألومنيوم المتراكم فى القاع يمكن سحبه إلى قوالب يبرد بها حتى يتجمد ، وقد يضم المصنع عدداً هائلا من الأجهزة ، يلزم لها من الكهربا ما يكفى استهلاك مدينة كاملة .

وترجع أهمية الألومنيوم بصفة خاصة إلى خفة وزنه ؛ إذ تبلغ كثافته حوالى



فلز الألومنيوم يفصل من خامته بوساطة الكهربا

ثلث كثافة الحديد ، ومع ذلك يمكن أن يكتسب نفس صلابة الحديد بإضافة بعض الفلزات إليه مثل النحاس والمغنيسيوم ، ومن أجل هذه الخاصية تستخدم سبائك الألومنيوم فى صناعة أجزاء عديدة من الطائرات ، والسيارات ،



يرى فى هذا المصنع صف طويل من الوحدات الكهربية التى تنتج فلز الألومنيوم

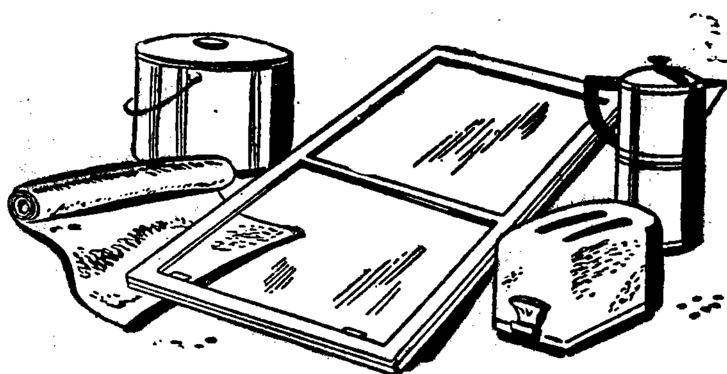
والأتوبيسات ، وعربات السكة الحديد ، كما تستخدم أحياناً فى صناعة جدران المبانى .

ومن مزايا الألومنيوم ، أن هذا العنصر يحمى نفسه من عوادى الطقس ، بطبقة سطحية رقيقة من أكسيد الألومنيوم ، هذه الطبقة لا تزيد فى سمكها عن بضعة أجزاء من المليون من البوصة ، ومع هذا فإنه يكون بمثابة الجلد الذى يلتصق بجسم الفلز ويقيه ، بخلاف الحديد عندما يصدأ ، تتفتت طبقة الصدأ لتحل محلها طبقة أخرى حتى تتحول قطعة الفلز كلها إلى أكسيد متفتت .

ومن الفلزات ذات الأهمية القصوى فلز النحاس ، فهو من أول ما عرف الإنسان من فلزات ، ربما لوجوده فى الطبيعة على شكل كتل من المعدن ليست متحدة بغيرها من العناصر .

فقد عرف المصريون القدماء معدن النحاس منذ آلاف السنين ووجدوا أن تشكيل هذا المعدن الأحمر فى صورة حراب وفئوس ، وأدوات مختلفة من بينها أدوات الزينة ؛ أسهل كثيراً من تشكيل الحجر وأطوع فى الحصول على الآلة البدائية المطلوبة .

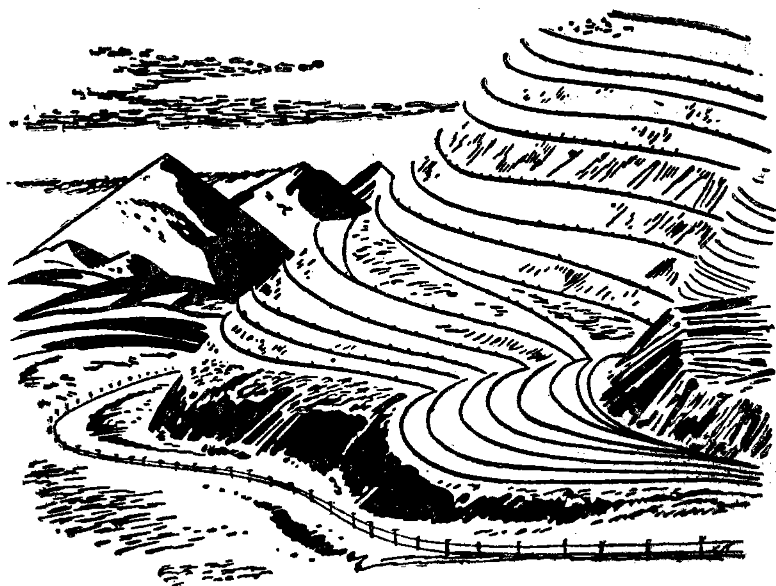
وقد كان المصريون القدماء أول من صنع بعض الأدوات من « البرونز » وهو عبارة عن سبيكة من النحاس المخلوط بالخارصين والقصدير ، كما أنهم



توصلوا فيما بعد إلى صناعة النحاس اللامع الذى هو عبارة عن سبيكة من النحاس و « الخارصين » فقط .

ورغم أن النحاس قد يوجد فى صورة كتل ، إلا أنه غالباً ما يوجد فى الطبيعة فى شكل خامات يكون مختلطاً فيها بعنصر الكبريت أو الأكسجين ، وبعد استخراج النحاس من باطن الأرض ، يسحق ويغسل ، ثم يسخن فى « القمائن » ، حيث يتحد بالأكسجين ويتخلص تماماً من كل أثر للكبريت ، ثم يتم تخليص النحاس من الأكسجين ، بوساطة تسخين الأكسيد فى الأفران اللافحة ، وفى نهاية الرحلة يتجه النحاس إلى محول حيث ينفخ فيه تيار من الهواء لتخليصه مما قد يكون عالقاً فيه من الشوائب . وهذه الطريقة مشابهة إلى حد كبير لطريقة صناعة الصلب .

وحوالى نصف النحاس المستخرج يستخدم فى صناعة الكهربا ، لأن التيار الكهربى يستطيع المرور فى سلك مصنوع من النحاس بسهولة أكثر مما يفعل فى سلك مصنوع من أى فلز آخر ، إلا أن النحاس فى هذه الحال ، يجب أن



خام النحاس بالقرب من سطح الأرض يبدو من فتحة منجم النحاس

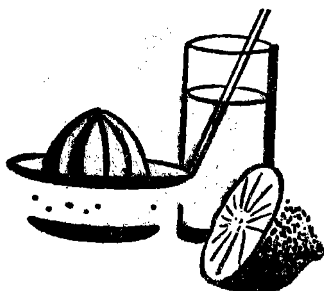
يكون على درجة هائلة من النقاء ، ولهذا فإنه يخضع لعملية تحليل كهربى مماثلة للطريقة المتبعة فى استخلاص الألومنيوم ، وتكون النتيجة الحصول على نحاس تبلغ درجة نقائه ٩٩,٩٥٪ ، وتتبقى بعض الرواسب الثمينة أيضاً حيث تحتوى على الفضة والذهب ، اللذين يمكن استخلاصهما أيضاً .

وبجانب صناعة الأسلاك الكهربية والكابلات ، فإن النحاس يستغل فى أغراض عديدة أخرى ؛ فى داخل البيت قد يكون لديك ستائر مصنوعة من النحاس وكذلك بعض الأوانى المستخدمة فى المطبخ ، وهناك المراجل النحاسية وكذلك مواسير الماء والتسخين ، كلها مصنوعة من النحاس .

والسيارة المتوسطة قد تحوى حوالى ٤٥ رطلا من النحاس ، أما الباخرة الكبيرة فقد يدخل فى صناعتها ملايين الأرطال من النحاس .

والنحاس شأنه شأن الألومنيوم ، يحيط نفسه بغلاف واق رقيق من الأكسيد عند تعرضه للجو ، وتتحد قطرات الماء فى الجو بالاشتراك مع ثانى أكسيد الكربون بالنحاس ، لتنجم طبقة واقية خضراء اللون ، تغطى السطح الخارجى .

ومما يذكر أن تمثال الحرية فى نيويورك مصنوع من « ثلثمائة » قطعة من النحاس ، تغطيه تلك الطبقة الواقية الخضراء ، التى تضفى عليه مسحة من الجمال ، وتحميه عن عوادى الطقس ، وتعمل على إطالة عمره . . . !

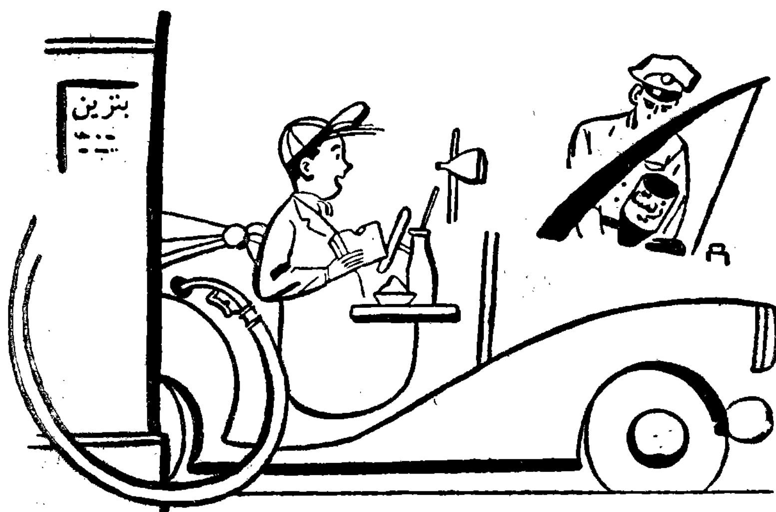


٨ – وقود للآلة الإنسانية

إن جسمك مثل الآلة ، والغذاء الذى تتناوله هو الوقود الذى يبقى جسدك حياً يحدوه النشاط ، إنه الغذاء الذى يمنحك الطاقة اللازمة لكى تعمل ، تماماً كما يفعل الوقود عندما يحترق داخل القاطرة فيجعلها قادرة على سحب العربات ، أو داخل آلة قد ترفع حملا ، أو تدير آلة أخرى أو أكثر .

ونحن نتطلب من الآلة البخارية أو آلة الاحتراق الداخلى ، أن تعمل دائماً بانتظام ، وبكفاية ، فإذا ما بليت قطعة من الآلة أو تأكلت ، أوقفناها إلى حين استبدال البالى بالجديد ، أو إصلاح ما أفسد الدهر ، أما الآلة الإنسانية فتختلف عن هذه الآلة الصماء ، إن جسم الإنسان عليه أن يزاول نشاطه الحيوى بدون توقف لمدى الحياة ، عليه أن يمارس نشاطه منذ اللحظة التى يرى فيها النور حتى يودع الدنيا ، وفى غمرة العمل ، تجرى عملية إصلاح الفاسد والبالى جنباً إلى جنب مع عملية الحياة ذاتها .

فالغذاء يحترق – يتأكسد – داخل الجسم البشرى ، تماماً كما يفعل الفحم أو البترول ، أو البنزين ، داخل الآلة ، إلا أن التفاعلات الكيموية داخل الأجسام الحية أبعد تعقيداً ، وليست هناك بالطبع تفاعلات تهمنا بهذا الخصوص



الغذاء هو وقود الجسم البشرى

أكثر من تلك التى تحدث فى النبات والحيوان ، حيث إن حياتنا وحالتنا الصحية تتوقفان على هذا الفرع من الكيميا . وهو الذى يطلق عليه اسم **الكيميا الحيوية** .

كان الإنسان فى مراحل التاريخ الأولى يأكل ما صادفه من الغذاء كلما شعر بالجوع ، وحتى اليوم نرى بعض الشعوب المتأخرة فى أنحاء عديدة من العالم ، تأكل لحوم التماسيح ، كما تأكل الجراد ، والفراشات ، وغيرها من الحشرات ، أما فى الجهات التى تنتشر فيها الحضارة والمدنية ، فهناك عادات معينة فى الأكل ، وهناك « الشهية » التى تحدد ألوان الطعام ، وهناك ما هو أهم ، هناك قواعد معروفة لاختيار الغذاء الصحى الكامل ، ويعتبر الشعب الأمريكى من الشعوب المحظوظة التى تجد حاجتها من مثل هذا الغذاء الصحى الكامل .

وقد وجد علماء الكيميا أن هناك أنواعاً معينة من المواد الغذائية لابد منها

لتغذية الجسم ، ومن بين هذه المواد مجموعة هامة تضم السكريات والنشا ، وهذه تتركب من الكربون والأيدروجين والأكسجين ، وتعرف باسم « الكربوهيدرات » .

وهناك عدة أنواع من السكر ، الجلوكوز أو سكر العنب ، ويوجد فى عصير بعض الفواكه (ك$_{٦}$ يد$_{١٢}$ أ$_{٦}$) ، وهناك السكروز أو سكر القصب، وهو السكر الذى نستخدمه فى بيوتنا ، وتركيبه (ك$_{١٢}$ يد$_{١٢}$ أ$_{١١}$) ، وهناك إلى جانب هذين النوعين أنواع أخرى لكل منها تركيبها الخاص ، توجد فى عسل النحل ، وفى الخضراوات ، وفى اللبن .

نشا — ك$_{٦}$ يد$_{١٠}$ أ$_{٥}$

ماء — يد$_{٢}$ أ

جلوكوز— ك$_{٦}$ يد$_{١٢}$ أ$_{٦}$

أما النشا وتركيبه (ك$_{٦}$ يد$_{١٠}$ أ$_{٥}$) فيوجد فى كثير من الأغذية مثل الخبز والبطاطس والبطاطا والبقول والحبوب .

ولكى يفيد الجسم من النشا والسكر ، لابد من وصول هذه المواد الغذائية بطريقة أو بأخرى إلى مجرى الدم ، وتستطيع المواد السكرية أن يتم لها ذلك بسهولة ، لأنها مواد قابلة للذوبان فى الماء ، وتنفذ رأساً من جدر الأمعاء الدقيقة إلى الأوعية الدموية المنتشرة فى هذه الجدر ، أما النشا فلابد من تحوله إلى سكر قبل أن يذوب ، وتقوم إفرازات الهضم بهذه العملية عنا ، وذلك بإلصاق جزىء من الماء بكل جزىء من النشا ، ويمكن بعد ذلك للجلوكوز الناتج أن يمتص بوساطة الأمعاء ، وينتقل إلى مجرى الدماء كغيره من السكر .

والمواد الكربوهيدراتية تزود أجسامنا بالنسبة الكبرى من الحرارة والطاقة ومصدر الحرارة عملية الأكسدة لهذه المواد داخل الجسم التى هى عبارة عن عملية احتراق بطىء للغذاء .

يدخل الأكسجين إلى مجرى الدم عن طريق الهواء الذى تتنفسه بوساطة الرئتين ، حيث يتحد مع السكريات ويكون الناتج ثانى أكسيد الكربون والماء

– وهما عبارة عن فضلات – والحرارة .

وهناك أنواع أخرى من المواد الغذائية تعرف بالدهنيات ونحصل عليها بصفة خاصة من الزبد والزيوت النباتية ، وهذه أيضاً يمكن أن تتأكسد وتحترق داخل الجسم ، ولكن هنا خدمة هامة تؤديها لنا الدهنيات وهي أنها تحمل بعض أنواع الفيتامينات إلى أجزاء الجسم المختلفة .

وكل وزن معين ، رطل مثلا ، من الغذاء المعين ينتج كمية محددة من الطاقة الحرارية ، سواء احترق هذا الغذاء داخل الجسم أم خارجه .

$\frac{١}{٤}$ أوقية فحم	=	أوقية بيض مسلوق
$\frac{١}{٢}$ أوقية فحم	=	أوقية عجينة اللوز
$\frac{١}{١٢}$ أوقية فحم	=	أوقية تفاح
أوقية فحم	=	أوقية زبد

وقد قام العلماء باختبار الأنواع المختلفة من الغذاء لتقدير قيمة ما تعطيه من طاقة حرارية بإحراق الغذاء داخل مواقد خاصة ، وهم يرتبون المواد الغذائية ، طبقاً للوحدات الحرارية التي تنتج عنها والتي تسمى بالسعرات ، ونضرب لذلك

مثلا بالأغذية التالية حيث تعطى كل أوقية منها السعرات الحرارية المبينة :

الغذاء	السعرات الحرارية
البيض المسلوق	٦٣
البقلاوة	١٣٢
التفاح	١٩
الزبد	٢٤٠

ويقدر عدد السعرات الحرارية اللازمة للشخص العادى حوالى **٢٥٠٠** سعر فى اليوم الواحد ، فإذا تناولت غذاء أكثر من احتياجاتك ، فإن الزيادة لا تحترق فى الجسم ، ولكنها تختزن على شكل طبقة من الدهن يعيش تحت الجلد ، ومن ذلك يمكنك أن تعرف لماذا يجب على هؤلاء الذين يعانون زيادة وزنهم ، أن يعيدوا النظر فى غذائهم ويراقبوا مدى ما يتناولون من سعرات حرارية .

وننتقل بعد ذلك إلى الغذاء البروتينى الهام جداً فى قائمة الغذاء ، فالمعروف أن جميع أجزاء جسمك تتكون من وحدات دقيقة تعرف باسم خلايا ، وكلما نما الجسم انضمت إليه خلايا جديدة ، والبروتينات ضرورية للنمو ، ولتعويض ما يبلى من هذه الخلايا .

ونحن نحصل على كميات كبيرة من البروتين من اللبن والجبن والبيض واللحوم والأسماك ، وكميات قليلة من القمح والبقول .

والبروتينات تعتبر من الناحية الكيموية مواد معقدة التركيب تتكون جزيئاتها من الكربون والأيدروجين والأكسجين والنيتروجين . ويضم بعضها الكبريت والفوسفور أيضاً . وجزىء البروتين يضم مئات الذرات فى داخله وقد يضم الآلاف منها فى الجزىء الواحد .

وبجانب هذه المواد الغذائية الرئيسية الثلاث يحتاج الجسم إلى أملاح معينة لتنظيم عملياته ومعاونة الدورة الدموية على تأدية عملها ، ولبناء عظام وأسنان



اللبن والجبن والبيض واللحوم والأسماك كلها غنية بالبروتين

قوية صلبة ، هذه الأملاح تزودك بعناصر مثل الكالسيوم والفوسفور والحديد ، وغذاؤك يجب أن يحوى النسبة الكفيلة بحفظ التوازن الذى يكفل الصحة الجيدة .

واللبن والجبن يعتبران من أجود مصادر الكالسيوم والفوسفور : العنصرين اللازمين لبناء العظام والأسنان ، والفوسفور ضرورى أيضاً لبناء عضلات الجسم ، والأعصاب وبناء أنسجة المخ .

أما الحديد فيوجد فى شتى خلايا الجسم ، والكبد تعتبر من أغنى مصادر الحديد ، وكذلك القواقع واللحوم والبقول والبيض والأسماك .

وتحتوى كرات الدم الحمراء على مركب هام جداً من مركبات الحديد يعرف باسم « الهيموجلوبين » ووظيفته حمل الأكسجين من الرئتين إلى أجزاء الجسم المختلفة .

وملح الطعام — كلوريد الصوديوم — يوجد دائماً فى الدم وفى السوائل المختلفة فى الجسم ، وبعض هذا الملح يتحول فى المعدة إلى حامض كلورودريك (يد كل) ، الذى يعتبر عاملا أساسياً فى عملية الهضم .

ويعتبر اليود أيضاً من العناصر الضرورى توافرها فى الغذاء لاستكمال النمو ،

والأغذية المأخوذة من البحار تزودنا بنسبة كبيرة من هذا العنصر ، ولكن لكى تحصل على كمية كافية من عنصر اليود ، فعليك باستخدام ملح طعام مزود باليود ، وهو عبارة عن كلوريد صوديوم عادى مضافاً إليه يوديد صوديوم .

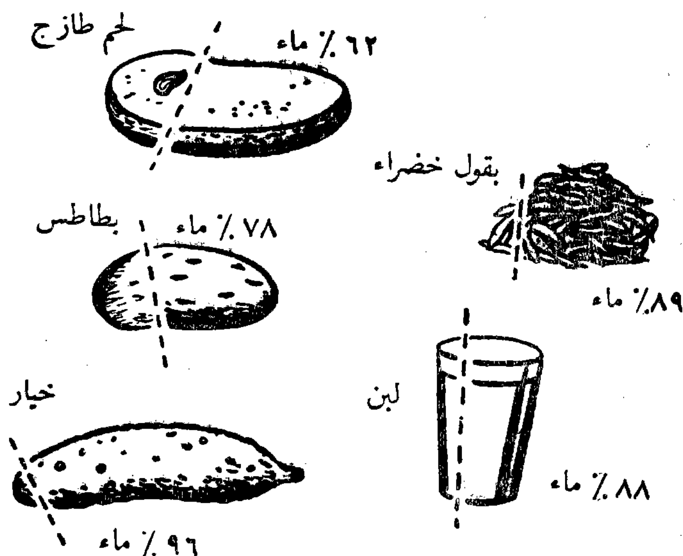
ولا يمكن أن ننسى فى غمرة الحديث عن كيميا الطعام مادة هامة جداً ألا وهى الماء ، فرغم أن الماء لا يمنحنا طاقة حرارية ، ولا يبنى خلايا جديدة فإنه ركن أساسى فى الغذاء ؛ فهو الذى يذيب المواد الغذائية حتى يمكن توصيلها إلى كل بقعة فى الجسم ، وهو الذى ييسر عملية حمل الفضلات إلى خارج الآلة الإنسانية .

وربما عجبت إذا علمت أن أغذية كثيرة تتكون أساسياً من الماء ؛ فمثلاً أكثر من نصف وزن اللحم الغض « الطازج » عبارة عن ماء ، وبعض الفاكهة والخضراوات تصل نسبة الماء فى تركيبها إلى ٩٥٪ ، واللبن الذى يعتبر بحق غذاء كاملا ، يحوى ٩٠٪ منه من الماء ، وحوالى ثلثى جسمك عبارة عن ماء ، ولهذا يمكنك أن تستنتج السبب فى ضرورة شرب كميات كبيرة من الماء يومياً .

والآن هل حاولت يوماً أن تتساءل عن السبب فى أنك أحياناً تأكل كميات كبيرة من الغذاء ، ومع ذلك تشعر بالجوع الشديد . . . ؟

إنك قد تأكل كميات مختلفة من الغذاء ، كافية لمنحك كل السعرات الحرارية اللازمة لك ، ومع ذلك فأنت فى حاجة إلى مواد أخرى ناقصة ، هذه المواد الناقصة ، تنبه العلماء إليها منذ حوالى خمسين سنة ، وأدركوا أن ثمة مواد ضرورية للوفاء بحاجة الجسم ليكون صحيحاً ، وبعد ذلك بزمن أطلقوا على هذه المواد اسم فيتامينات ، وجعلوا من الحروف الأبجدية دلالات لها ، فأصبح لكل منها اسم علم .

ففى فجر عصر النقل البحرى ، لوحظ أن البحارة الذين يقومون برحلات طويلة يصابون عادة بمرض خطير يعرف باسم « الأسقربوط » ، وقد أدرك طبيب بالأسطول البحرى البريطانى منذ ٢٠٠ سنة أن هذا المرض يشفى عندما



أغذية كثيرة تتكون أساسيًّا من الماء

يتناول المريض فى غذائه فواكه وخضراوات طازجة ، وكانت هذه أول مرة يدرك فيها الناس ، أن مرضاً معيناً يمكن أن ينتج بسبب نقص خاص فى الغذاء .

واليوم يعرف هذا الشيء الذى يقى من الإصابة بمرض الأسقربوط « بڤيتامين ج » ، ويمكن صناعته داخل المعمل بكميات هائلة وإضافته إلى الغذاء ؛ لأن العلماء توصلوا إلى تركيبه الكيموى وهو ($ك_{٦}$ $يد_{٨}$ $ا_{٦}$) .

والبرتقال والليمون والكرنب واللفت والطماطم تعتبر من أهم الأغذية الطبيعية التى تحتوى على ڤيتامين « ج » ، وهو كغيره من الڤيتامينات لا يمكن اختزانه فى الجسم لمدة طويلة ، ولهذا وجب تناول كمية منه فى الغذاء اليومى بصفة دائمة ، ومن هذا يتضح السبب فى أن يكون كوب من عصير البرتقال ثروة غذائية إذا توافر فى طعام الإفطار .



أغذية مثل هذه تزودنا بفيتامين ب ١

وقد توصل طبيب هولندى يدعى دكتور أيجكمان Eijkman إلى كشف هام فى عالم الفيتامينات ، وهو يعمل بعيداً فى جزيرة جاوة بإندونيسيا ، فقد رأى الطبيب الهولندى الآلاف من المواطنين يخرون صرعى مرض «البرى برى» وهنا راح يدرس غذاء هؤلاء المرضى عله يصل إلى مفتاح السر الذى يكشف عن سبب إصابتهم بهذا المرض المضنى . ووجد الطبيب الباحث أن غذاء هؤلاء المواطنين يتكون فى مجموعه من الرز فقط تقريباً ، وهو رز مقشور ، أى منزوع القشرة الخارجية . وفكر فى تجربة أجراها على الدجاج بدلا من الآدميين . فجاء بمجموعة من الدجاج وراح يطعمها أرزاً مقشوراً فقط ، فإذا بالحيوية والصحة والنشاط التى كانت الطيور تستمتع بها تختفى كلها ، ويحل محلها الذبول والوهن والمرض . . . وكان المرض هو « البرى برى » ، نفس المرض الذى يذهب بحياة الآلاف من المواطنين .

ولاستكمال التجربة ، راح الطبيب يطعم الدجاج المريض ، القشور القائمة المنزوعة من الرز ، وفى خلال أيام عادت الدجاجات إلى حالها الأول ، واستردت صحتها وحيويتها ، ولم يتوصل دكتور « أيجكمان » إلى معرفة تلك المادة السحرية بالضبط الموجودة فى قشور الرز والمسئولة عن إحداث هذا

المرض ، ولكنه توصل قطعاً إلى سر مرض البرى برى .

وطلب الطبيب فى ضوء كشفه من حكومة هولندا التى كانت تحتل جزيرة جاوة فى ذلك الحين أن تمنع المواطنين من أكل الرز المقشور أو المضروب كما نعرفه ، وكان أن اختفى المرض على أثر تنفيذ القانون الجديد .



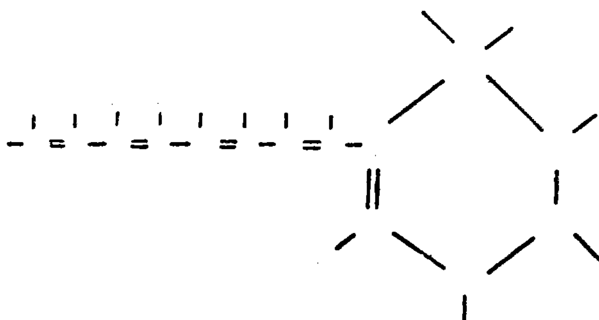
أغذية مثل هذه تزودنا بفيتامين «ب»

وقبل أن يمضى زمن طويل ، كان العلماء فى جميع أنحاء العالم جادين فى دراسة كل أنواع الفيتامينات ، لاستجلاء حقيقتها والوقوف على تركيبها الكيموى ، وقد ثبت أن المركب المسبب لمرض « البرى برى » هو ڤيتامين « ب » وأن تركيبه الكيموى هو ك$_{١٢}$ يد$_{١٨}$ ن$_{٤}$ كل$_{٢}$ ا كب ويعرف هذا المركب أيضاً باسم « كلوريد الثيامين » .

وللحصول على أوقية واحدة من هذا المركب يلزم ما يعادل مائة طن من قشور الرز ، ولحسن الحظ فإن حاجتنا اليومية من الفيتامينات لا تعدو كميات ضئيلة جداً ، أقل من واحد من عشرة آلاف من الأوقية .

فإذا تناولت كميات معقولة من الحبوب والبقول والبيض والطماطم، يومياً ، حصلت على كفايتك من ڤيتامين « ب » ، وهذا يحفظ أعصابك فى حالة طيبة ويعاون على فتح شهيتك وهضم طعامك .

وهناك ڤيتامين آخر يعرف باسم « ڤيتامين ا »، وهو ڤيتامين ضرورى لعملية النمو وحفظك قوياً نشيطاً وحمايتك من بعض أمراض العيون ، هذا الفيتامين موجود فى اللبن والزبد والبيض والخضراوات الغضة « الطازجة » الخضراء ، وكذلك فى القمح والجزر ، والتركيب الكيموى لهذا الفيتامين يميل إلى التعقيد . . . وهو :



التركيب الكيموى لفيتامين « أ » معقد جدا



أغذية مثل هذه تزودنا بالنسبة الكبرى من فيتامين « ج »

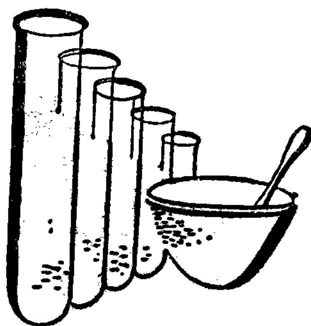
وهناك فيتامين « د » ويسمى أحياناً فيتامين الشمس ، لأنه فى الإمكان أن يصنع داخل جلدك بفعل أشعة الشمس ، وهذا الفيتامين يساعد على ترسب الكالسيوم فى العظام والأسنان ، والمعروف أن العظام إذا لم تحصل على كفايتها من الأملاح ، أصبحت لينة ، ونجم عن ذلك مرض الكساح ولين العظام .

والأغذية العادية لا تضم الكثير من هذا الفيتامين ، ولهذا فإن من الضرورى لك أن تعرض جسمك لأشعة الشمس بقدر الإمكان .

وتحتوى كبد بعض الأسماك مثل السمك المعروف باسم « الكود » و « الهاليبوت » على نسبة عالية جداً من ڤيتامين « د » وڤيتامين « ا » ، وكثيراً ما يشير الأطباء بتعاطى الأطفال الصغار كمية كبيرة من زيت كبد الأسماك الغنى بفيتامين « ا » و « د » .

وهكذا نرى أن موضوع الفيتامينات ليس من السهولة بمكان ، وعلماء الكيميا الحيوية ما زالوا يواصلون بحوثهم العلمية ، لاستطلاع خفايا الفيتامينات ، ومن بين الفيتامينات الموجودة الآن ، خلافاً لما ذكرنا ، هناك فيتامين لا يمكن إغفال ذكره ، هذا الفيتامين هو فيتامين « ب » وهو المعروف أيضاً باسم « رايبوفلافين » ، وهو يحفظ الجلد والشعر والعينين فى صحة طيبة ، وهو موجود بنسبة مرتفعة فى اللحوم واللبن والبيض .

ورغم أن فى متناول يدك الحصول على أهم الفيتامينات ، معبأة فى زجاجات ومغلفة فى كبسولات على صورة عقاقير ، فإن أفضل وسيلة للحصول عليها وأسلمها فى نفس الوقت هى تناول الغذاء الضرورى الكافى ، الغذاء الكامل ، الذى يستمتع الإنسان بتناوله أكثر مما يفعل وهو يتعاطى العقاقير بالطبع . . . ! !



٩ ـ مركبات كيموية تشفى

معروف أن الجراثيم تسبب الأمراض ، ومنع تسرب هذه الكائنات الدقيقة إلى داخل أجسادنا ، عن طريق الغذاء الذى نتناوله ، أو الهواء الذى نتنفسه ، أو عن طريق جرح قد يحدث فى الجلد ، مسألة على غاية كبيرة من الأهمية .

وأغلب الجراثيم عبارة عن نباتات دقيقة تعرف باسم « بكتيريا » ، وهى تختلف عن النباتات العادية المعروفة فى أنها ليست خضراء ، وأن بعضها دقيق للغاية، حتى إنه يتعذر رؤيته حتى بأقوى الميكروسكوبات .

وليست كل أنواع « البكتيريا » من الصنف الضار ؛ فالحقيقة أننا لا نكاد نستطيع الحياة بغير معونة بعضها ، فهناك « البكتيريا » التى تأخذ بيد النبات لكى ينمو وينضج ، وهناك « البكتيريا » التى تحمل عنا عبء التخلص من الحيوانات والنباتات الميتة، وذلك بتنفيذ عملية التحلل نفسها التى لا تتم إلا بوساطة أنواع خاصة من البكتيريا ، وهناك « البكتيريا » التى تحيا فى التربة وتعمل على استصلاحها .

والبكتيريا فى الجهاز الهضمى للبقرة هى التى تعاونها على هضم الحشائش



$\frac{1}{10000}$ من البوصة

بوساطة الميكروسكوب قد تستطيع رؤية عدة أنواع من البكتيريا

التى تأكلها فى غذائها ، وهناك البكتيريا التى تقوم بتحويل اللبن إلى جبن .

وهناك « الخميرة » وتتكون من نباتات أكبر قليلا من «البكتيريا » وبوساطتها يتم تحويل السكر إلى كحول كيموى ، والحقيقة أن كل أنواع البكتيريا تؤدى عملها عن طريق إحداث تغيرات كيموية ، ولهذا يهتم بها عالم الكيميا الحيوية .

وإنه لمن الصعب أن تصدق أن الناس حتى مائة عام مضت لم يكونوا يعرفون أن الأمراض تنجم عن الجراثيم، إلى أن وجد الكيموى الفرنسى « لويس باستير Louis Pasteur » أن البكتيريا منتشرة فى كل مكان وأن أنواعاً معينة من هذه البكتيريا ، فى استطاعتها إحداث المرض عندما تتسلل إلى جسم حيوان أو نبات وتمارس عملية النمو فى كيانه التعس .

وفى بريطانيا ، كان هناك جراح يدعى « جوزيف ليستر » رأى أن هذه البكتيريا قد تكون السبب فى الإصابات العديدة بالعدوى عقب العمليات الجراحية والقضاء على حياة المرضى ، وكان الشائع فى تلك الأيام أن الذاهب إلى المستشفى لإجراء عملية جراحية ، ليست لديه فرصة للشفاء إلا إذا حدثت معجزة وذلك بسبب الإصابة « بتسمم الدم » .

كان الأطباء يرتدون ملابسهم العادية المليئة بالغبار ، نفس الملابس التى

يرتدونها فى العمل وفى الشارع ، هى نفسها يرتدونها فى حجرة العمليات ، ولا يكلفون أنفسهم أكثر من غسل الأدوات الجراحية بالماء عقب كل عملية جراحية ، يزيلون عنها آثار الدماء . . .

وقد عمد « ليستر » إلى رش حجرة العمليات بحامض الكربوليك ، والتأكد من غسل الطبيب ليديه وأدواته الجراحية والضمادات التى يستخدمها بنفس الحامض قبل البدء فى إجراء عملية جراحية ، وفى الحال انخفض عدد الضحايا بدرجة كبيرة ، وسجل الطب الجراحى انتصارات واضحة .



وجد باستير البكتيريا منتشرة فى كل مكان

وأصبحت حالات « تسمم الدم » نادرة الحدوث ، فكان « ليستر » صاحب الفضل فى اكتشاف « المواد المطهرة » ، وأثبت فى نفس الوقت صحة ما ذهب إليه باستير من أن البكتيريا موجودة فعلا فى كل مكان ، وأن الجراثيم مسئولة فعلا عن الأمراض .

ومنذ هذا التاريخ ، أخذ علما الكيمياء يقدمون لنا فى كل يوم نوعاً

جديداً من هذه المواد المطهرة ، مثل اليود والكحول والفورمالين والميركوركروم وغير ذلك ، وتسمم الجروح أصبح فى وقتنا هذا مسألة نادرة الحدوث ، وإذا حدث فإن هناك من العقاقير الجديدة ما هو كفيل بوقف التسمم فى الحال .

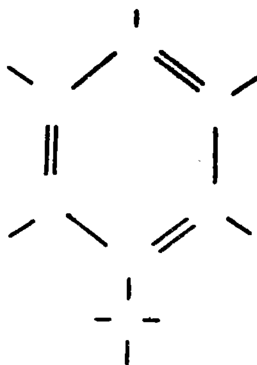
وقد أخذ « ليستر » وغيره من العلماء يفكرون فيما إذا كان فى الإمكان تحطيم الجراثيم داخل الجسم البشرى ، كما يتم تحطيمها والقضاء عليها خارج الجسم ، وقد اعتقد كثيرون منهم أن هذا غير ميسور ، إلا أن كيموياً ألمانياً ماهراً يدعى « يول إيرليخ » Paul Ehrlich رفض أن ينساق وراء هذا الرأى ، وبدأ محاولاته الشخصية ، بدأ بمطهر يحوى عنصر الزرنيخ وراح يغير ويبدل فى جزىء هذا المركب ، ومن الغريب أن هذه المركبات تستخدم فى الأصباغ وتستخرج من « قار الفحم » ، وهو عبارة عن مادة لزجة سوداء تتخلف عن عملية التقطير الإتلافى للفحم الحجرى ، وهى عملية تسخين شديد للفحم الرخو ليتحول إلى فحم الكوك .

وبعد أكثر من سمائة تجربة فاشلة ، توصل دكتور « إيرليخ » إلى صنع عقار يمكن بوساطته قتل البكتيريا داخل الجسم دون إحداث ضرر بالمريض نفسه ، ولم يكن هذا النصر من أعظم الكشوف التى تحققت فى عالم الطب فقط ، ولكنه كان بداية لتسمية جديدة عرفها العلماء ، لهذا اللون من العلاج ، وهو العلاج الكيموى Chemotherapy ومعناه الشفاء بوساطة المركبات الكيموية .

وقبل أن يصل دكتور « إيرليخ » إلى كشفه العظيم ، كان الأطباء يؤمنون بأن العقاقير الناجعة ، لا يمكن الحصول عليها إلا من النباتات ، ولكن بعد هذا النصر تحولوا للبحث عن عقاقير صناعية وخاصة بين الأصباغ الناتجة عن مركبات قار الفحم ، وعثروا فعلا على عقاقير شافية لأمراض كان المعتقد حتى هذا الوقت أنها غير قابلة للشفاء .

ومنذ عشرين عاماً فقط وجد أن المركبات الكيموية التى تنتمى إلى عائلة السلفا Sulfa قوية جداً ومدمرة للبكتيريا ، حتى المنيع منها ، مثل النوع الذى يسبب الالتهاب الرئوى ، وتسمم الدم والتهاب الحلق والأذنين ، ولابد أنك

قد سمعت باسم « سلفانيلاميد » Sulfanilamide و « سلفاثيازول » Sulfathiazole، وهما من أشهر مركبات السلفا . وبعض مركبات السلفا يمكن تعاطيه بالفم ، والبعض الآخر يوضع رأساً فوق الجروح والحروق .



جزىء من السلفانيلاميد

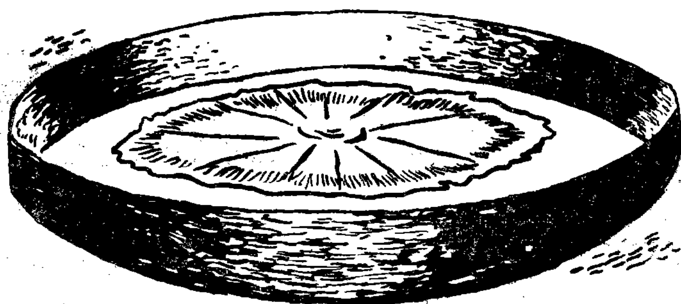
وأغرب ما فى موضوع مركبات السلفا ، هو أن هذه المركبات غير قادرة على قتل البكتيريا عندما توجد فى وعاء خارجى ، ولكنها توقف نمو الجراثيم عندما تكون داخل الجسم أو فوق سطحه ، ويعتقد العلماء أن السبب فى ذلك هو أن قوة مركبات السلفا تكمن فى أن لهذه المركبات القدرة على تحويل الأجزاء الخارجية للبكتيريا إلى مناطق ضعيفة ، فاسحة الطريق أمام المركبات والخلايا الموجودة فى الدم للهجوم على هذه الجراثيم والقضاء عليها . . . أى إن هذه المركبات تقوم بعمل « الكوماندوز » فى المعركة ، والمعركة هنا الصراع فيها بين الإنسان المريض والجراثيم المسببة للمرض .

ومن أعجب الحقائق عن المركبات الطبية أنها تنتمى إلى مواد قد لا تخطر بالبال ، فقد علمت أن مركبات السلفا التى تنقذ حياة الملايين مصدرها قار الفحم ، وبعض الفيتامينات مصدرها قشور الأرز ، والبعض الآخر مصدره كبد السمك ، والآن لا تندهش إذا علمت أن أثمن العقاقير القاتلة للجراثيم مصدرها العفن . . . شىء يشبه تلك المادة الخيطية الرقيقة المنتشرة فى الهواء ذات اللون

المائل إلى الاخضرار والتى تتكون فوق قطعة من الخبز أو الجبن بعد تركها أياماً معرضة للهواء .

وقد تم كشف هذه المادة القاتلة للجراثيم بمحض المصادفة ، كشفها العالم البريطانى دكتور « ألكسندر فليمنج » ، ومع ذلك فسيتضح لك أن مثل هذه المصادفات لا تحدث إلا لهؤلاء الذين يتميزون بالقدرة على معرفة أهميتها ، والذين يعرفون كيف يتشبثون بالخيط الضعيف ويتبعونه حتى النهاية .

فقد حدث ذات يوم أن جاء دكتور فليمنج ، أحد مساعديه وقد حمل إليه زجاجة مسطحة عليها مستعمرة من نوع خطر من البكتيريا ، (تنمو مستعمرات البكتيريا فى المعامل بوضع بعض الجراثيم فوق طبقة من الجلاتين توضع عادة فوق وعاء زجاجى مسطح ، ثم تترك لتنمو) وقال المساعد لأستاذه : « هذه المزرعة قد فسدت . . . لقد نما عليها بعض العفن ، وأرى أن أطيح بها » .



عفن البنسلين فى وعاء الجلاتين حطم البكتيريا

وأوشك دكتور فليمنج أن يوافق ، ولكنه نظر إلى الوعاء مرة أخرى ثم قال فى انفعال : « احتفظ به . . . إن جميع الجراثيم حول العفن قد قضى عليها . . . إن أى شىء قضى على هذه الجراثيم مصدره هذا العفن الأخضر المزرق . . . » .

وكان لابد من العمل الكثير ، فقد أجريت التجارب على أنواع كثيرة من العفن الذى ينتمى إلى العفن الذى عثر عليه متلبساً بجريمة القضاء على

الجراثيم فى الوعاء الزجاجى ، واستخدم لذلك ألواناً لا حصر لها من البكتيريا ، وانضم فريق آخر من العلماء إلى هذه البحوث ، وفى النهاية أمكن الوصول إلى الحقيقة ، وهى أن العفن يستمد قدرته على قتل الجراثيم من مركب ينتجه بكمية ضئيلة جداً ، وتقرر أن يطلق اسم « بنسلين Penicillin » على هذا المركب الذى أصبح عقاراً ذائع الصيت ، وذلك نسبة إلى العفن الأخضر الضارب إلى الزرقة الذى عثر عليه ذات صباح فوق مستعمرة للبكتيريا ، بمعمل دكتور فليمنج .

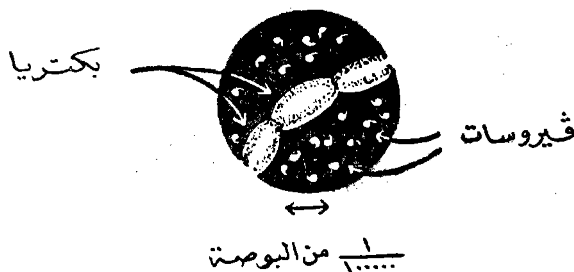
وفى هذه الأثناء كانت الحرب العالمية الثانية قد بدأت فعلا ، وكانت القوات المسلحة فى حاجة ماسة إلى قاتل جديد للجراثيم ، ولكن العقار الجديد لايمكن إنتاجه بسرعة فى بريطانيا ، ولهذا نقل بعض هذا العفن من بريطانيا إلى أمريكا ، حيث أمكن إنتاج البنسلين بمقادير كبيرة ، واليوم يصنع البنسلين فى مراجل ضخمة يتسع الواحد منها لخمسة عشر ألفاً من الجالونات ، وقد أصبح عقاراً يمكن الحصول عليه من أية صيدلية صغيرة فى كل بقعة من بقاع العالم تقريباً ، وأصبح البنسلين سلاحاً من أخطر ما عرفت الإنسانية لمحاربة الجراثيم واستحق عن جدارة الاسم الذى يطلق عليه ، وهو « العقار السحرى » .

وكان للنجاح الذى أحرزه الطب عن طريق مركبات السلفا ، والبنسلين ، أكبر الأثر فى تشجيع الأطباء للمضى فى البحث عن عقاقير جديدة للقضاء على الأمراض التى مازالت مصدر شقاء للبشرية ، ومن أهم هذه الأمراض « السل » ، فمنذ وقت قصير كان عدد ضحايا السل فى أمريكا وحدها حوالى خمسين ألف شخص سنوياً ، وهبط هذا الرقم إلى الثلث تقريباً خلال السنوات العشر الماضية ، وذلك نتيجة لاكتشاف عقاقير جديدة قاتلة للجراثيم توجد مختلطة بحبيبات التربة .

وكان أول هذه المجموعة هو « الاستربتوميسين Streptomycin » استنبطه العالم الأمريكى دكتور "سلمان واكسمان Selman Waksman" فى عام **١٩٤٤**، بعد أن أجرى فى صبر ودأب أكثر من عشرة آلاف تجربة علمية ، حيث وجد

لهذا العقار القدرة على قتل جراثيم عجز البنسلين عن التأثير فيها ، وأهم من ذلك كله أن هذا العقار أحرز نجاحاً فى علاج مرض التدرن الرئوى أو السل .

والواقع أن أخطر ما يواجهنا من جراثيم المرض وأشدها ضراوة تلك الكائنات المتناهية الدقة ، والتى تعرف باسم « الڤيروسات » .



تستطيع رؤية البكتيريا والفيروس بميكروسكوب إلكترونى

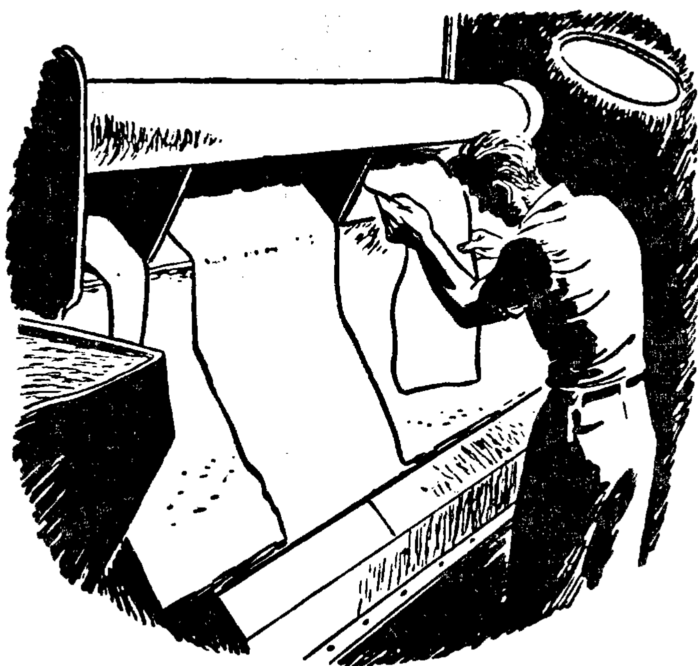
هذه العائلة لا يزيد حجم الكائن منها على بضعة أجزاء من المليون من البوصة ، ولا يمكن رؤيتها إلا بالميكروسكوب الإلكترونى ، والعلماء يعرفون أن الڤيروس لا يستطيع النمو إلا داخل الجسم الحى ، ولكنهم لا يعرفون حتى الآن أينتمى هذا الكائن العجيب إلى دولة الحيوان أم إلى عالم النبات .

وهناك أمراض عديدة ، من بينها مرض الحصبة ، وشلل الأطفال ، ونزلات البرد ، كلها يسببها الڤيروس ، ومنذ سنوات قليلة عرف قاتل جديد للفيروس يعرف باسم « كلوروما يستين Chloromycetin » ، حيث عثر عليه فى عينات من التربة فى أمريكا الجنوبية . ويستطيع الكلوروما يستين تحطيم فيروس المرض الخطير المعروف بالتيفوس ، ويمكن الآن إنتاج هذا العقار داخل المعمل بكميات هائلة ، وهناك ما استجد من قاتلات الفيروس مثل « الأورومايسين Auromycin» ويستخدم فى علاج الحمى المتقطعة والدوسنتاريا الأميبية .

ومع كل صباح نستمع إلى عقاقير جديدة ، عقاقير عجيبة تشفى من

الأمراض ، والأمل كبير فى العثور ذات يوم على عقار شاف أو مانع لمرض السرطان .

والفضل الكبير فى خفض عدد الوفيات بسبب الالتهاب الرئوى وتسمم الدم والتهاب الزائدة الدودية وغير ذلك من الأمراض الكبيرة ، يرجع إلى عائلة مركبات السلفا ، وعائلة البنسلين . . . لقد أضحى عدد الضحايا اليوم كسراً صغيراً من نفس العدد من الضحايا قبل عشر سنوات فقط .



الأورومايسين يحضر فى قطع كبيرة مسطحة

وها نحن أولاء لا نستمتع بصحة أفضل فحسب ، ولكنا نعيش أعماراً أطول مما كانت عليه الحال فى الماضى ؛ فالإنسان الذى كان يعيش فى عصر أجدادك ، كان يتوقع أن يعيش حتى التاسعة والأربعين إذا أمهله الموت ،

أما اليوم فقد ارتفع الرقم إلى سبعة وستين عاماً على الأقل ، وهذا الفرق الكبير ضيف فقط منذ عرفت عيناك النور أو بعد ذلك بقليل .

ويقول الأطباء اليوم ، إن العلاج بالعقاقير الكيموية قد أدى للصحة العامة من الخدمات خلال الأعوام العشرين الماضية ما يربو على كل ما أدت إليه الإصلاحات التي تمت خلال الأربعة آلاف من الأعوام الماضية من تاريخ الحضارة الإنسانية .

شكراً للعالم الألماني دكتور پول إيرليخ . . . ! !



١٠ ـ الكيميا فى الحقل

ربما لم تخطر هذه الفكرة برأسك ، ولكن الحقيقة هى أن الحقل فى واقعه لا يخرج عن مصنع كيموى ، والزارع ، شىء أقرب إلى الكيموى ، وهؤلاء الذين يدرسون الزراعة بالطريقة العلمية ، فى معهد زراعى ، لابد لهم من دراسة عريضة فى الكيميا ، وحتى بغير هذه الدراسة ، فإن المزارعين تعلموا من التجارب الموروثة من أجيال متعاقبة منذ آلاف السنين الكثير عن الحقائق الكيموية الخاصة بالزراعة والحقل .

إن كل ما نأكله يعتمد على النبات ؛ فالنبات وحده هو صاحب القدرة على الانفراد بسر صناعة المركبات الكيموية الهامة مثل السكريات والبروتينات ؛ فكل حيوان عليه أن يعتمد على النبات لكى يضمن بقاءه إما بالتغذية المباشرة على النباتات أو بالطريق غير المباشر ، وذلك بالتغذية على حيوانات آكلة للنباتات أو الحشائش كما يسمونها .

والمزارع عليه أن يكافح ويصارع قوى الطبيعة لكى يوفر الغذاء لشعوب

هذا العالم ، عليه أن يصارع العواصف الثلجية ، والعواصف الموسمية ، وعليه أن يقف أمام الفيضانات الجارفة ، وجيوش الحشرات والآفات الزراعية و . . . عليه أن يكافح ويصارع كل عدو يستهدف تحطيم محصولاته أو إضعافها ، لأنه يعرف أن واجبه هو توفير الغذاء للناس والحيوانات على السواء .

وليس الفلاح وحده هو الذى يحارب فى معركة توفير الغذاء ، ولكن يقف بجانبه جيش هائل من ترليونات الجنود التى لا حصر لها ولا عد ، وكلها حليفات من « البكتيريا » التى تعيش فى التربة ، وبدون هذه الحليفات لم يكن فى استطاعته ، كما سنرى ، أن يؤدى دوره بحال من الأحوال .

فعندما تجمع المحصولات من الأرض الطيبة ، فإن المركبات الكيموية التى تتكون منها هذه المحصولات ، والتى حصل عليها من تربة الأرض ، لابد من تعويضها لحفظ خصوبة الأرض ، والفلاح يستطيع أن يفعل ذلك بإضافة السماد ، الذى قد يكون سماداً بلديًّا ، وقد يكون أسماكاً جافة ، وقد يكون عظاماً بالية ، وقد يكون دبالا « سماداً » ، وقد يكون مخلوطاً من المركبات الكيموية المعدة خصيصاً لذلك .

وأهم العناصر التى يحويها السماد الكامل هى النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم ، وكلها ضرورية للنبات النامى ، ومع ذلك فقبل أن يفيد النبات من هذه العناصر ، فلابد من أن تتناولها يد البكتيريا بالمعالجة ، وهذه البكتيريا بدورها فى حاجة إلى عناصر أخرى مثل النحاس والحديد والمنغنسيوم والكبريت لكى تؤدى عملها فى حيوية ونشاط ، ولكى تحافظ على بقائها ، وهكذا عندما ينثر الزارع السماد فى أرضه الطيبة فهو لا يعد فقط للمحصول الجديد ، ولكنه يغذى مساعديه ويده اليمنى من البكتيريا التى تعمر بها التربة .

والبكتيريا كغيرها من الكائنات العاملة فى هذا الكون ، لكل منها تخصصه المهنى ، بعضها له القدرة على تفكيك جزيئات البروتين والسكريات والنشا ، وبعضها الآخر مهمته غزو السليولوز والدهنيات ، وعندما تقوم البكتيريا بهضم

هذه المواد ، ينتج من العملية بعض المواد مثل الأيدروجين والميثان ، وثانى أكسيد الكربون والأمونيا .

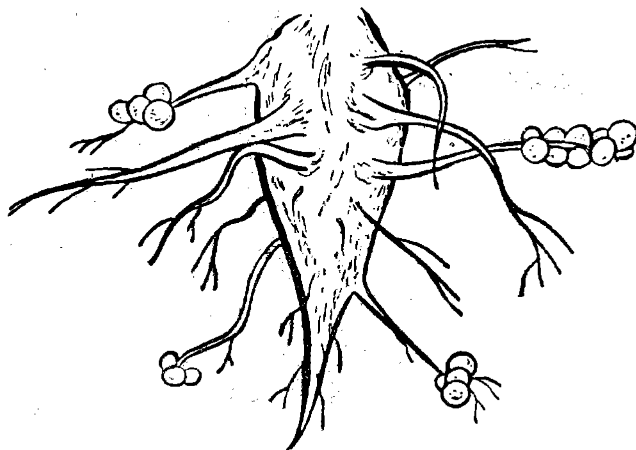
وفى داخل المعمل الهائل الذى يعيش متوغلا بين حبيبات التربة توجد أنواع أخرى من البكتيريا مهمتها الأكسدة الجزئية لبعض مركبات معينة ، وبمجرد أن تفعل ، يواصل العملية إخوة لها من البكتيريا ، ويتم ذلك كله فى نظام دقيق عجيب .

وقد ذكرنا فى الفصل الثامن لماذا نحتاج إلى البروتين فى غذائنا ؛ لأن خلايا الجسم تتكون من مثل هذه المركبات البروتينية ، وفى مقدمة العناصر الأساسية فى تركيب البروتين عنصر النيتروجين ، ولكن الحيوان أو النبات لا يستطيع الإفادة من النيتروجين بأخذه مباشرة من الجو ، ولكن يمكن له الحصول على حاجته من النيتروجين إذا ما بدأ بمركبات تحوى النيتروجين ، ومنها يمكنه بناء ما يحتاج إليه من بروتينات .

وهناك أنواع من البكتيريا الموجودة فى التربة قادرة على أخذ النيتروجين من الجو وتثبيته ، أى إدخاله مع عناصر أخرى فى عملية كيموية يكون ناتجها مركبات تحوى هذا العنصر ، وبعض هذه الأنواع من البكتيريا المثبتة للنيتروجين ، تعقد اتفاقية تبادل منفعة مع النباتات الخضراء التى تنتمى إلى العائلة البقلية ، مثل الفول ، والبسلة ، والبرسيم العادى ، والبرسيم الحجازى ، وهذه تعيش فى عقد بكتيرية ، فوق جذور النباتات الشريكة .

وفى هذه الحال يحيط النبات العقدة البكتيرية بجزء من نسيج جذوره ، ويمدها فى نفس الوقت بحاجتها من السكريات لكى تواصل حياتها ، وفى مقابل هذا يحصل منها على البروتينات التى توصلت البكتيريا إلى صنعها عن طريق ما انتزعته من نيتروجين الجو أو التربة وبهذه الطريقة يستطيع النبات بناء أنسجته البروتينية .

هذا التعاون ، أو ما يعرف بالتكافل المعيشى ، هو الذى جعل الحياة ميسرة للنبات وكذلك للحيوان .



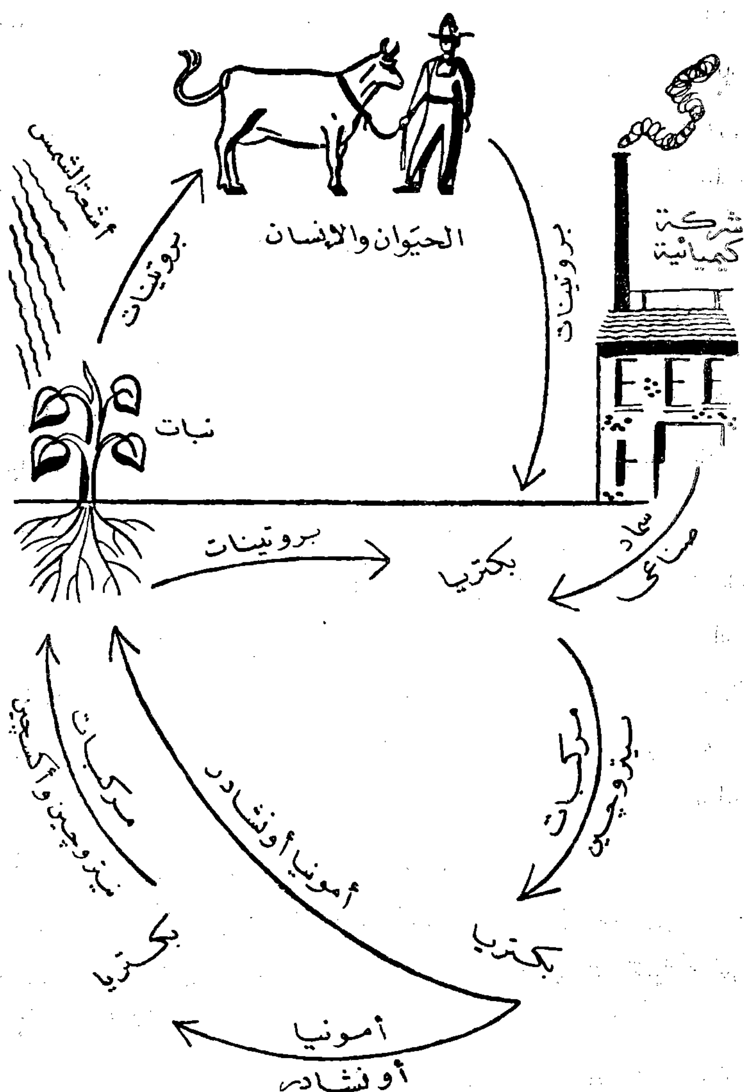
بعض النباتات تبنى عقداً تشبه العنقود فوق جذورها

والبرسيم العادى ، وكذلك البرسيم الحجازى ، ينتجان محصولا بعد الآخر دون الحاجة إلى إعادة عملية الزراعة ، وعند حرث هذه المحصولات يعود النيتروجيز المثبت فى جذور النباتات إلى التربة ، وهذا يعمل على زيادة خصب التربة تمهيداً لزراعة نباتات جديدة دون الحاجة إلى الاستعانة بأى سماد نيتروجينى ، ولهذا السبب يعمد المزارعون إلى الدورة الزراعية ، ففى عام يزرع البرسيم ، ثم يحرث فى الأرض ، وفى العام التالى يزرع مكانه القمح والشعير والقطن ، ثم يزرع البرسيم فى نفس المكان مرة أخرى وهكذا تمضى الدورة .

وقد توصل علماء الكيميا إلى وسائل لتثبيت النيتروجين دون الاستعانة بالبكتيريا ، فالسماد الصناعى يكاد يكون كله مصنوعاً بوساطة عملية اتحاد بالإرغام بين النيتروجين والأيدروجين حيث تنتج الأمونيا (ن يد$_٣$) .

هذه العملية قام بها لأول مرة العلماء الألمان قبيل الحرب العالمية الأولى ، ولسوء الحظ لم تستغل هذه الطريقة لإنتاج السماد الصناعى فقط ، ولكنها استغلت لإنتاج المفرقعات كمادة للحرب .

والعمليات الكيموية المعقدة ، التى تحدث بين النباتات والحيوانات والبكتيريا كلها جزء من سلسلة أحداث تعرف فى مجموعها باسم « دورة



العمليات الكيميوية التى تحدث بين النباتات والحيوانات والبكتيريا ، كلها عبارة عن جزء من « دورة النيتروجين »

النيتروجين Nitrogen Cycle » ومن الصورة يمكنك متابعة تفاصيل هذه الدورة :

ولنبدأ أولا بأوراق النباتات ، هذه الأوراق الخضراء تحوى مادة غاية فى التعقيد هى ما تسمى بمادة « الكلوروفيل » ، وبطريقة ما ، بالاستعانة بأشعة الشمس ، تمكن هذه المادة المعقدة النبات من إحداث عملية اتحاد بين الماء الذى يمتصه من التربة ، وثانى أكسيد الكربون الذى يحصل عليه من الجو مكوناً للنشا والسكريات وغيرهما من المواد الغذائية النباتية . هذه العملية البنائية للغذاء تعرف باسم « التمثيل الضوئى Photosynthesis » .

ومن هذه المنتجات الأولية يستطيع النبات بناء المواد البروتينية والمواد الدهنية ، وبعد أن تأكل الحيوانات والإنسان طعامها وتهضمه ، تخرج الفضلات البروتينية ، لتعود مرة أخرى إلى أمها الأرض ، وبنفس الطريقة يحدث للبقايا النباتية التى لا يأكلها الإنسان والحيوان ، وقد ينضم إلى مجموعة المواد العائدة إلى التربة ، مركبات السماد الصناعى كما يتضح من الرسم .

ومرة أخرى تعود البكتيريا إلى غزو المواد البروتينية فى التربة ، وتحول هذه البروتينات إلى مركبات نيتروجينية حامضية ، وتتسلم أنواع أخرى من البكتيريا العملية فتحول هذه النواتج إلى نشادر ، بعضه يمتصه النبات مباشرة ، والبعض الآخر تجرى عليه عمليات كيموية بوساطة أنواع أخرى من البكتيريا ، فيتحول إلى مركبات نيتروجينية تحوى الأكسجين ، قبل أن تمتصها جذور النباتات ، ثم تأتى عملية التمثيل الضوئى وتبدأ الدورة من جديد .

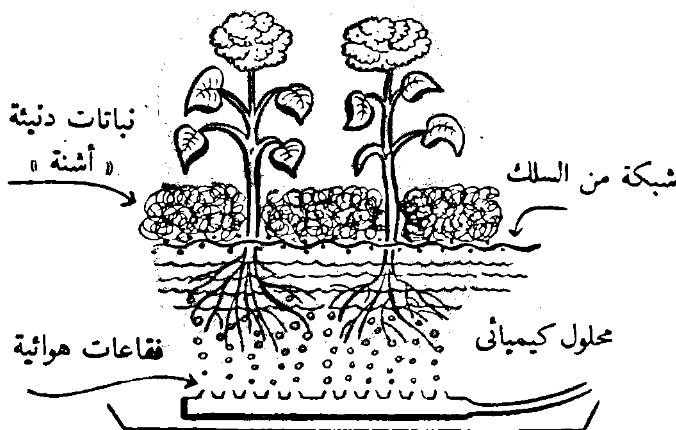
ومن ذلك يتضح أن هذه العمليات التى لا تبعث على السرور ، العمليات التى تفسد فيها المواد العضوية ، وتتعفن ، ليست فى الواقع إلا عمليات ضرورية للإبقاء على الحياة فى هذا الكوكب .

ورغم أن الزراعة هى أقدم صناعة عرفها الإنسان ، إلا أن هذه الصناعة تضيف إليها جديداً من الاستكشافات فى كل يوم يمر ؛ فمن التجارب الطويلة اتضح للمزارعين أنه لا يوجد سماد صناعى يوازى فى مكانته السماد الطبيعى

مثل الدبال والسماد البلدى ، ولكن العلماء استطاعوا أن يقفوا على سبب هذه الأفضلية .

فقد اهتدى العلماء إلى وجود كميات ضئيلة جداً من المركبات الكيموية المعروفة باسم « الهرمونات النباتية Plant Hormones » فى السماد الطبيعى ، هذه المركبات تؤدى للنبات ماتقوم به الفيتامينات فى غذائنا ، والعلماء جادون الآن فى البحث حول هذه الهرمونات النباتية لتوفيرها فى السماد الصناعى ، حفظاً لسلامة التربة ، وضماناً لمضاعفة الغلة الزراعية .

ومن بين الاستكشافات العلمية التى تمت فى الأعوام الأخيرة تلك التى أدت إلى إمكان زراعة النبات بعيداً عن التربة . . . ! هذه الطريقة تعرف باسم « هيدروبونيك Hydroponics » ، ومن هذه الطرق طريقة توضع جذور النبات فيها فى وعاء يحمى الأملاح اللازمة لغذائه وينفخ فيه تيار من الهواء لتوفير الأكسجين لتنفس الجذور ، هذه الاحتياطات تجعل هذه الطريقة مستحيلة الاستخدام لزراعة المحصولات الأساسية مثل الحبوب مثلا ، ولكنها تنفع فى حالات معينة لزراعة ألوان معينة من الخضراوات والأزهار.



هذه النباتات تنمو بغير تربة

ومن الاستكشافات التى تمت خلال السنوات الأخيرة فيما يختص بكيميا

التربة ما يعرف باسم « مكيفات التربة Soil Conditioners» ومن أمثلتها «الكريليوم Krilium» وهذه المكيفات ليست سماداً ، ولكنها مواد وظيفتها العمل على جعل التربة هشة مسامية ، إذ أن تحول الأرض إلى كتلة صلدة لا يتخللها الهواء ، كفيل بالقضاء على البكتيريا التى تقوم بتثبيت النيتروجين ، وتقديمه غذاء ضرورياً للنبات النامى .

وعمل مكيفات التربة هو جعلها حبيبات التربة ميالة إلى « التحبب» أى اتخاذ صورة حبيبات ، وهذه كفيلة بإيجاد مسافات بين بعضها والبعض تسمح بتخلل الهواء فى داخلها ، وهذه تساعد أيضاً الجذور على الضرب فى أعماق التربة كما تعاون النبت الحديث على الاندفاع من باطن التربة وهو بادرة ضعيفة لا حول لها ولا قوة ، وتكون النتيجة الإسراع فى عملية النمو وزيادة المحصول ، ولهذا السبب أخذت مكيفات التربة فى الانتشار بصفة خاصة فى مزارع الخضراوات .

ورغم أن حديث المزرعة ظل منصباً حتى هذه السطور حول المواد الغذائية ، فإن هناك محصولات نباتية لم ترها موائدنا أبداً ، ولكنها تغادر الحقل رأساً إلى المصنع ، حيث تستغل فى صناعات أهم من الغذاء .

وهناك فرع خاص من علم الكيميا يبحث فقط فى المنتجات العضوية للزراعة كخامات صناعية ويطلق عليه « كيمورجى Chemurgy» وبفضل هذا العلم الحديث تتحول ملايين الأطنان من مخلفات الزراعة سنوياً إلى مواد هامة نافعة .

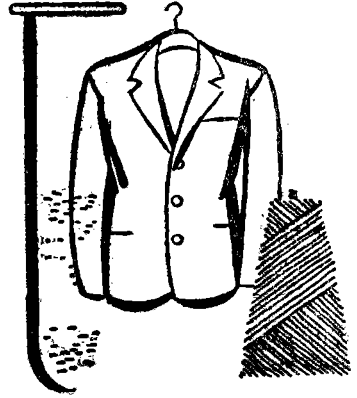
وقد أمكننا عن طريق كيميا فضلات الزراعة ، الحصول على أشياء عديدة متنوعة ، فمن أعواد الذرة أمكن الحصول على ألواح خشبية مانعة للصوت ، ومن البطاطس والحبوب ، بالاستعانة بالخميرة والبكتيريا ، أمكن الحصول على الكحول ، الذى يعتبر من الناحية الكيموية مادة ذات فوائد لا حصر لها ولا عد .

أما اللبن وفول الصويا والفضلات الحيوانية ، فيمكن تحويلها إلى ألوان رائعة من اللدائن «البلاستيك» ، لها مئات الأشكال والاستخدامات ، كما سنرى فى الفصل التالى .

ومن زيت الفول السودانى ، أمكن للعلماء صناعة المسلى الصناعى ، والصابون والمواد المتفجرة ، ومن قشور الفول السودانى وغيرها أمكن صنع أشياء عديدة مثل اللينوليوم . ومن المنتجات الأخرى التى تشتق من الفول السودانى الحبر والأصباغ ومستحضرات التجميل ومواد مشابهة للمطاط .

وقد ذكر مرة الكيموى الأمريكى جورج وشنطن كارفر أنه استطاع أن يتعرف حوالى ٣٠٠ فائدة تستخدم فيها البطاطا ، وهذا العالم رغم أنه ولد لأب من الزنوج العبيد فى الجنوب الأمريكى ، إلا أنه استطاع أن يعلم نفسه بنفسه وينبغ فى علم الكيميا فيصبح من علمائها المبرزين ، وقد علم الزارعين كيف يحصلون على محصولات أفضل ، وتربة أقوى ومواد غذائية أبعد كمالا .

وهكذا استطاعت الكيميا إدخال تحسينات هائلة فى طرق الزراعة وإنتاج المحصولات ، وفى مقابل هذا ، قدمت الزراعة المواد الخام الثمينة للكيميا الصناعية ، فكانت نتيجة التعاون بين العالم الكيموى والمزارع ، الفائدة المشتركة للطرفين ، هذه الفائدة التى ستزداد وتتضاعف فى المستقبل بدون شك .



١١ ــ المنسوجات واللدائن « البلاستيك »

بغض النظر عن المكان الذى يعيش فيه الإنسان ، فهو فى حاجة دائمة إلى الملابس ، الملابس التى تدفئنا أو تحمى أجسادنا من لهيب الشمس وضراوة الريح . ومنذ أجيال طويلة اهتدى الإنسان إلى أن يتخذ لنفسه رداء من جلود الحيوانات ، وبعد ذلك عرف الناس كيف يلفون الألياف أو الشعر بعضها فوق بعض ليصنعوا منها خيوطاً يمكن نسجها وتحويلها إلى ملابس .

وقد استخدم الصوف والحرير بهذه الطريقة منذ آلاف السنين ، كما نسجت الملابس من ألياف النبات مثل القطن والكتان منذ الزمن السحيق ، والصوف كما نعلم عبارة عن شعر الأغنام وبعض الحيوانات الأخرى ، أما الحرير فيؤخذ من شرانق دودة القز .

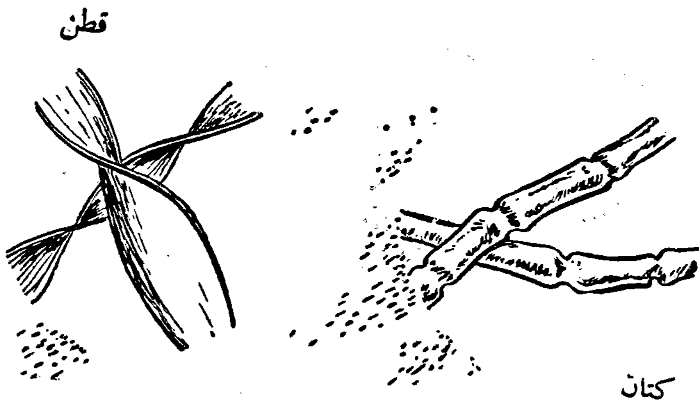
والقماش المنسوج يعرف باسم **نسيج** وجمعه منسوجات ، ونحن لا نستعمل المنسوجات فقط فى صناعة الملابس،ولكن فى صناعة السجاد أيضاً والستائر والأعلام والحصر وغير ذلك .

وصناعة المنسوجات الحديثة تعتمد إلى درجة كبيرة على الكيميا ، لأن

الكيمويين يعرفون اليوم طبيعة تركيب هذه المنسوجات وبيدهم أن يخرجوا منها آلاف الألوان الجميلة الرائعة .

وفى خلال الأعوام القليلة الماضية توصل العلماء إلى ما هو أهم ، من ذلك ، فاستطاعوا عن طريق كيميا المنسوجات صناعة منسوجات صناعية داخل المعمل ، وأخرجوا أليافاً تفوق فى نواح كثيرة الألياف الطبيعية ، ولا تدهش لهذه الحقيقة وهى أننا اليوم نرتدى ملابس مصنوعة من مواد بعيدة كل البعد عن المنسوجات مثل اللبن الحامض ، والخشب ، والهواء ، وغاز الفحم والفحم نفسه ، وقبل الخوض فى موضوع الألياف الحديثة يجدر بك أن تلقى نظرة على تلك الألياف القديمة والتى اعتدت أن تراها .



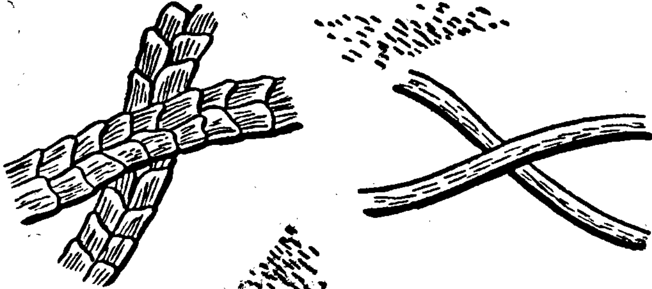


هكذا يبدو القطن والكتان تحت الميكروسكوب

يأتى القطن فى المرتبة الأولى ؛ لأنه يستخدم أكثر من أى شىء آخر فى صناعة الأنسجة ، إن ثلاثين مليون بالة من القطن تنتج سنويًّا ، حوالى نصفها يأتى من جنوب الولايات المتحدة الأمريكية ،ويتكون القطن أساسيًّا من مادة السليولوز ، وهى المادة الرئيسية كذلك فى الخشب وفى الخلايا النباتية .

والسليولوز ينتمى إلى عائلة المواد الكربوهيدراتية ، ولكن العلماء لا يعرفون طولا معيناً لجزىء السليولوز ، فكل جزىء منه يتركب مما يزيد على مائة جزىء من النشا تشتبك بعضها مع بعض فى صورة سلسلة متصلة . ويبدأ تكوين السليولوز فى النبات هكذا :

يتحد ثانى أكسيد الكربون بالماء داخل النبات فى وجود الطاقة الشمسية وينتج مركباً يعرف باسم فورمالدهايد (ك يد ٢ $_{٢}$) ، ثم يعمد النبات إلى تجميع عدد كبير من جزيئات هذا المركب ، فإذا به يتحول إلى كحول ثم إلى سكريات ، ثم إلى نشويات وأخيراً ينتج السليولوز .



هكذا يبدو الصوف والحرير تحت الميكروسكوب

ونبات الكتان تستخدم أليافه فى صناعة الأنسجة الكتانية ، وهذه الألياف

تشبه ألياف القطن فى أنها تكاد تكون سليولوزاً خالصاً وتفضلها بأنها أشد صلابة وذات سطح لامع ، وكما يتضح من الصورة يوجد خلاف كبير فى شكل ألياف القطن وألياف الكتان عند ما ينظر إليها تحت الميكروسكوب ، فألياف القطن تبدو كالشريط الملتوى ، أما ألياف الكتان فتبدو كساق من الغاب تتكون من كعوب « عقل » أسطوانية مفرغة .

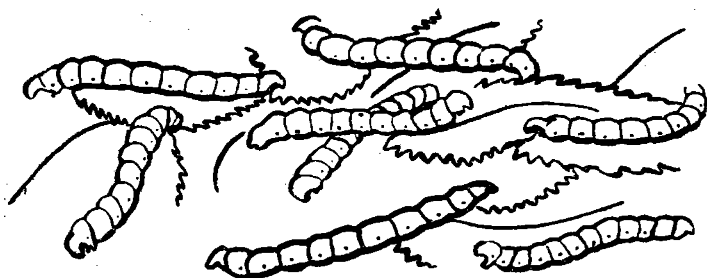
أما الصوف – وهو أهم الألياف الحيوانية – فهو عبارة عن مركب من البروتين يحوى نسبة من الكبريت ، وهو فى تركيبه الكيموى مشابه لشعر الرأس ، والأظافر والريش ، وبإلقاء نظرة عليه تحت الميكروسكوب تبدو أليافه كأنابيب مغطاة بحراشيف ، كما يرى فى الصورة .

وإذا أردت اختبار وجود الصوف فى ثوب تقتنيه أو « إيشارب » أعجبت به فانزع بضعة خيوط منه وأحرقها ، فإذا احترقت ببطء ، وتخلف عنها رماد كثير ، وتصاعدت منها رائحة مماثلة لرائحة ريش الدجاج عند احتراقه ، فالاحتمال كبير فى أن الصوف موجود فعلا فى نسجها .

أما ألياف القطن فتحترق بسهولة وكذلك ألياف الكتان ، وينجم عن الاحتراق رائحة مشابهة لرائحة الورق المحترق ، ولا يتخلف إلا القليل من الرماد .

والحرير هو أمتن المنسوجات جميعاً ، ومثله كمثل الصوف فى تركيبه من البروتين ولكنه لا يحوى الكبريت فيه ، فدودة القز تفرز مادة لزجة من فمها ، وبمجرد تعرض هذه المادة للهواء تجمد وتتحول إلى خيط دقيق ، تغزله الدودة وتصنع منه الشرنقة ، هذه الخيوط يمكن استعادتها بعملية مضادة لعملية الغزل ، أو الغزل فى اتجاه مضاد للشرنقة ، حيث تنسج وتصنع منها الثياب الحريرية الثمينة والرائعة الجمال .

وعندما بدأ علماء الكيميا صناعة المنسوجات الصناعية والحصول على ألياف داخل المعمل ، حاولوا تقليد دودة القز ، وذلك بصنع سائل سميك يمكن شده فى صورة خيوط دقيقة يجرى تجعيدها ، وأشهر الألياف الصناعية على



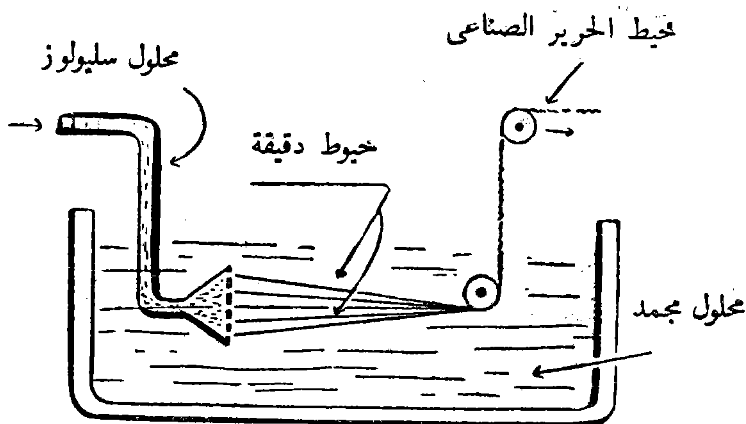
دودة القز تتغذى على أوراق التوت

الإطلاق هو « الريون "Rayon" » وهناك أكثر من طريقة لصنعه، إلا أن أكثر الطرق شيوعاً هى طريقة « القسكوز Viscose » .

تبدأ الطريقة بالسليولوز الذى يمكن الحصول عليه من لب الخشب أو ألياف القطن . وبمعالجة السليولوز بمركبين كيموبين هما أيدروكسيد الصوديوم (ص يد ا) وثانى كبريتور الكربون (ك كب٢) يتحول السليولوز إلى سائل ذهبى سميك ، وهذا يدفع إلى فتحات دقيقة تنتشر فوق قرص معدنى ، حيث تخرج منها خيوط دقيقة هى خيوط « الريون » ، وهذه الفتحات أو الثقوب لا يزيد قطر الواحد منها على $\frac{١}{٥٠٠٠}$ من البوصة .

وألياف الخيوط الناتجة هنا لا تتجمد فى الهواء ، ولكنها تتجمد فى وسط خاص من المحلول الكيموى، وهذه الخيوط الدقيقة تتجمع فى حزم يكوّن كل منها خيطاً مغزولا يكون معداً لاستخدامه فى عملية النسج مباشرة .

ومن ألياف الريون تصنع ألوان عدة من المنسوجات ، منسوجات رقيقة خفيفة ، وأخرى حريرية ، ومنها ما هو ناعم مخملى أو سميك كثيف ، والمسألة كلها تتوقف على حجم الألياف وطريقة معالجتها كيموياً .



شكل يوضح صناعة ألياف « الريون » بطريقة الڤيسكوز

ومن الريون تصنع الأتيال السميكة التى تبطن عجلات السيارات والخراطيم المصنوعة من المطاط ، والسيور التى تستخدم لتحريك قطع الآلات . وقد توصل علماء الكيميا إلى إنتاج ألياف « ريون » ذات صلابة هائلة بحيث يمكن لخيط منها سمكه لا يزيد على سمك الرصاص الموجود داخل قلم الرصاص الذى تكتب به ، يمكنه أن يحمل وزنك كاملا دون أن ينفصم .

وقدتكون أكثر ألفة بورق «السيلوفان cellophanee » وهو ريون يصنع بطريقة الڤيسكوز ، بيد أن السائل السميك هنا لا يدفع داخل ثقوب منتشرة فوق قرص معدنى ، وإنما يدفع من فتحة طولية كبيرة وضيقة جداً ، وبعد تنظيف رقائق السيلوفان وتجفيفها تلف فوق أسطوانات كبيرة .

والسيلوفان كما تعرفه متين مرن وشفاف ، لا يتأثر بالرطوبة ، ولهذا يستخدم فى وقاية الأغذية واللحوم والسجائر من الرطوبة .

وهناك نوع آخر من الريون يصنع بطريقة « الخلات acetate » وفيها يحول السليولوز فى صورة ألياف القطن ، إلى سائل سميك بوساطة حامض الخليك ، وهو عبارة عن المادة اللاذعة الموجودة فى الخل الذى نستخدمه فى طعامنا ،

والألياف الناتجة هنا تستخدم فى صناعة الحرير الصناعى الذى يطلق عليه اسم « سيلانيز celanese » .

ولصناعة « الريون » لا بد من البدء بالسليولوز الطبيعى المأخوذ من الخشب أو القطن ، ولكن هناك ألياف « النايلون » ، وهى المركبة كلها داخل المغمل، مركبة من الفحم والماء والهواء ، جزيئاتها طويلة عبارة عن سلسلة من التجمعات تضم ذرات من الكربون والأيدروجين والأكسجين والنيتروجين ،وهى تشبه ألياف الحرير حيث تتكون فى الواقع من البروتين .

ويمتاز النايلون بأنه يمكن غزله فى صورة خيوط دقيقة جداً وصلبة فى ذات الوقت ولا يلزم لذلك إلا مجرد عملية صهر للخامة ودفعها فى ثقوب غاية فى الدقة وتركها تبرد وتجمد فى الهواء ، وتمتاز الأنسجة المصنوعة من خيوط النايلون بأنها يمكن صبغها بسهولة ، وهى سريعة الجفاف بعد غسلها ولذلك تفضل فى صنع الجوارب والملابس الداخلية وغير ذلك من أنواع الملابس .

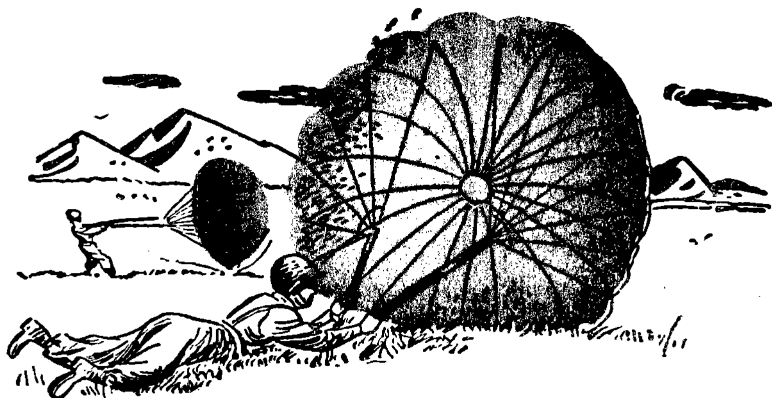
وقد أثبت « النايلون » فوائده العديدة خلال الحرب العالمية الثانية وذلك فى صناعة الخيام والأسرة المعلقة والحبال السميكة والبراشوت ، وذلك لأن النايلون لا يبلى كغيره من الألياف بسبب الحرارة والرطوبة المنتشرة فى الغابات الحارة .

ونحن كثيراً ما نسمع اليوم أسماء جديدة فى عائلة النايلون وكل منها له صفاته الخاصة وله فوائده المميزة، فهناك « القيلون velon» وهناك « الأورلون orlon» وهناك « الساران saran» أو « الداكرون dacron» ومنها تصنع الستائر والملابس الداخلية والخارجية وأغطية الأثاثات المنزلية والحقائب أيضاً .

وهناك نوع ثالث من الألياف الصناعية يصنع من الجبن الأبيض، إنه يصنع أساسيًّا من « الكايزين Casein » ، وهو عبارة عن مادة البروتين فى اللبن .

إن ملايين الجالونات من اللبن المنزوع القشدة أو ما نعرفه نحن باسم

اللبن الخاثر « الفرز » لا تستغل إلى حد كبير ، وتضم فيها كايزين اللبن ، والآن يحول هذا الكايزين إلى صوف وذلك بعملية تجميع لجزيئات البروتين التى يتكون منها الكايزين ، ويكون الناتج مشابهاً تماماً للصوف الحقيقى مع مميزات خاصة تجعله يفوق الصوف الطبيعى بمراحل .



« البراشوت » والحبال المصنوعة من النايلون

وتطلق كلمة لدائن « بلاستيك » بصفة عامة على كل مادة يمكن صبها فى أشكال مختلفة ، ولهذا فإن الريون والنايلون وصوف الكايزين كلها فى الواقع أنواع من اللدائن « البلاستيك » . وكذلك الأسمنت والزجاج والفخار ، والعجائن والشمع تعتبر من « البلاستيك » ، وقد توصل علماء الكيميا اليوم إلى كيفية صنع أنواع لا حصر لها من عجائن « البلاستيك » الصناعى ، التى تشكل بوساطة الحرارة والضغط ، لصنع عدد هائل من المنتجات ، منها اللعب ، وأقراص التسجيل ، وأفلام التصوير ، والصحاف « الأطباق » والأدوات المنزلية ، وآلاف من المنتجات الأخرى .

ويعود اختراع أول نوع من « البلاستيك » الحديث إلى سببين غريبين : الأول النقص الذى أصاب الفيلة الضخمة فى أفريقيا ، والثانى الجرح الذى أصاب أحد الفنانين .

فقد جرت العادة فى الماضى على صناعة مفاتيح العزف فى البيانو من العاج المستخرج من أنياب الفيلة الضخمة فى أفريقيا ، وكذلك كرات البلياردو ، وحدث حول تاريخ الحرب الأهلية فى أمريكا أن لاحظ الصيادون نقصاً كبيراً فى الفيلة الضخمة بأفريقيا ، الفيلة التى لديها أنياب على درجة من الضخامة تكفى لصناعة كرات البلياردو ، وكانت النتيجة أن أعلنت إحدى الشركات الأمريكية عن مكافأة عشرة آلاف دولار لمن يعثر على بديل للعاج يمكن أن تصنع منه كرات البلياردو .

وحدث أن أصيب فنان يدعى جون هيات John Hyatt بجرح فى إصبعه ، فراح يبحث عن قليل من الكوللوديون Collodion يضعه فوق إصبعه ، والكوللوديون عبارة عن سائل سليولوزى ، لا يختلف كثيراً عن سوائل السليولوز التى سبق أن ذكرناها ، وعند ما فتح خزانة العقاقير ليأتى بقنينة الكوللوديون ، وجد المادة مسيلة فوق الرف الخشبي وقد تجمدت بفعل الهواء ، وأخذ « هيات » بعضاً من المادة اللزجة التى تشبه المطاط ، وراح يشكلها بين أصابعه فى شكل كرة ، وفى الحال تذكر المكافأة المجزية ، لمن يأتى بالمادة البديل للعاج ، واتجه الفنان رأساً إلى معمل للكيميا يعاونه أخوه بحثاً عن مادة يمكن الحصول عليها من الكوللوديون ، لصنع كرات البلياردو .

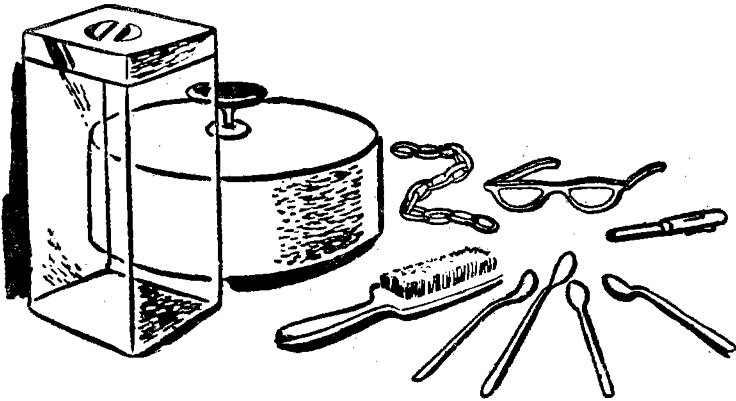
وفى النهاية تمخضت التجارب الكيموية عن مادة تسمى « سليولويد Celluloid » ورغم أن هذه المادة أخفقت فى استخدامها لصناعة كرات البلياردو إلا أنها نجحت فى استغلالها فى صناعة أشياء عديدة أخرى ، وكانت هذه الحادثة هى أول كشف فى سلسلة مواد « البلاستيك » الصناعى .

ومن أهم مساوئ مادة « السليولويد » ، أنه سريع الاشتعال ، ولهذا فهو لم يستخدم كثيراً ، ولكن احتل مكانه عشرات من المواد الأخرى .

والأنواع المختلفة من « البلاستيك » تستخدم لأغراض مختلفة ، فهناك « البلاستيك » المصنوع من الفينول ($ك_{٦}$ $يد_{٦}$ أ) والفورمالدهايد (ك $يد_{٢}$ أ)

وقد اخترع منذ حوالى خمسين عاماً .

وهناك النوع السائد المعروف باسم « باكلايت » ، ويتميز بإمكان منحه مظهراً ناعماً ولمعاناً شديداً يجعله صالحاً لأغراض عديدة ، والآلة السوداء التى تعرفها باسم التليفون فى بيتك مصنوعة من هذه المادة . ومنه أيضاً تصنع أيدى الأوانى ومقابضها ، وأغطية الزجاجات ، ومفاتيح الكهربا ، وغير ذلك .



وهنـــاك النوع المعروف باسم « الفاينايل Vinyl ويتكون من مجموعات من جزيئات مركبات مثل خلات الفاينايل (ك $_{٤}$ يد $_{٦}$ أ $_{٢}$) وهذه بدورها عبارة عن تجمعات لجزىء الأسيتيلين (ك $_{٢}$ يد $_{٢}$) .

ويتميز بلاستيك الفاينايل بصلابته وشفافيته ، ويستخدم نوع منه معروف باسم « ڤاينايليت Vinylite » فى لصق لوحين من الزجاج معاً ، لإنتاج ما يعرف بزجاج الأمن الذى يصنع منه زجاج نوافذ السيارات ، ويمتاز هذا النوع من الزجاج بأنه إذا حدث أن تعرض للكسر فإن شذرات الزجاج تلتصق بطبقة البلاستيك بدلا من تطايرها فى كل مكان .

وبعض أنواع هذا البلاستيك تستخدم لتغطية الأوعية التى يحفظ فيها الطعام والأسلاك الكهربية والأنسجة ، ونوع منها يصنع منه غراء شديد الصلابة .

وقد تلاحظ طبيب الأسنان وهو يضىء فمك بمصباح كهربى مزود بقضيب طويل من « البلاستيك » ، دون أن يقرب المصباح الساخن من فمك، فالمعروف أن الضوء ينتقل من خلال « اللوسيت Lucite » كما ينتقل الماء خلال الأنابيب ، و « اللوسيت » ينتمى إلى عائلة « البلاستيك » المعروفة باسم « أكرايليك Acrylic » وتمتاز بشفافيتها ومشابهتها للزجاج ، ونقطة البداية فى صناعة هذه الأنواع من البلاستيك هى « الأستيلين » مرة أخرى .

وتصنع مقدمة الطائرة المقاتلة ، أو أنفها الشفاف ، من نوع آخر من بلاستيك « الأكرايليك » ، يسمى « بلكسيجلاس Plexiglas » ، وتحول المصانع هذه الأنواع من البلاستيك إلى رقائق ذات ألوان جميلة لا حصر لها ثم تجرى تشكيلها فى صورة صفائح ، وأنابيب وقضبان ، ومن هذه تصنع أدوات لا حصر لها ولا عد .



الضوء يمكن انتقاله خلال قضيب من اللوسيت

والآن هل تجد مشقة فى استيعاب كل أنواع البلاستيك التى ذكرناها حتى الآن . . . ؟ لا تجزع ، لأن العلماء أنفسهم عجزوا عن استيعاب جميع أنواع

البلاستيك ، إن هناك ما يزيد على خمسة آلاف نوع ، وما زال هناك ما سوف يستجد .

وهناك نوع أخير لا بد من المرور به وهو « بلاستيك النيتروجين » ، وقد قابلت نوعاً منه فى صورة بلاستيك الكايزين ، ولكن هناك أنواعاً أخرى تفضله فى صناعة المجوهرات الصناعية والحلى والأزرار .

ويمكن أيضاً صناعة بلاستيك النيتروجين من أشياء غريبة مثل فول الصويا ، وفضلات الحيوان ، وزلال البيض ، وحبوب البن . . . !

وهكذا فى أقل من قرن من الزمان ، أصبحت منتجات البلاستيك أضخم منتجات عرفتها الكيميا الصناعية وأصبح متوسط ما ينتج منها سنويـًّا حوالى مليون طن ، واحتلت هذه المنتجات مكان الكثير من المواد المعروفة ، فأصبح لدينا أنواع من البلاستيك بعضها يشبه الخشب ، وبعضها يشبه المعادن ، وبعضها الآخر لا يختلف فى شكله عن الرخام ، ومنها ما يحاكى الزجاج ، وما لا يختلف عن الجلود .

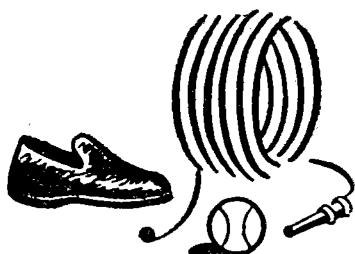
وفى كل مرة يحل فيها البلاستيك محل مادة أخرى ، تكون النتيجة تحسناً ظاهراً فى النوع ، وسهولة فى الاستعمال ، فإذا بالبلاستيك يفضل المادة الأصلية .

فمثلا عند استخدام المعادن فى صناعة اللعب ، أو جسم آلة التصوير ، أو جهاز الراديو ، فلا بد من إحداث عمليات قطع وتشكيل للمادة المعدنية ، وقد يقتضى الأمر عمليات لحام وتثبيت ، فى حين إذا صنعت هذه الأشياء من البلاستيك فلا تخرج العملية عن ملء « قالب » تصب فيه عجينة البلاستيك فإذا بها تتشكل وتأخذ الصورة المطلوبة لها .

والأشياء المصنوعة من البلاستيك تمتاز بخفة وزنها ، عن تلك المصنوعة من المعدن ، ويمكن للمادة كلها أن تكتسب اللون وليس مجرد طبقة سطحية تغطيها كما هى الحال فى المعادن ، وهذه كفيلة بالإبقاء على اللون إلى ما شاء الله ، وعلاوة على ذلك كله ، فإن البلاستيك يمكن صنعه من مخلفات الحقل وبقايا المنتجات الزراعية ، أما المعادن فلا تأتى إلا من خامات طبيعية ، لا بد من وجودها فى

مناطق بعينها ، ثم إخضاعها لعمليات الاستخراج والنقل والمعالجة ، وكل شيء له ثمنه .

فحاول أينما كنت، وحيثما ذهبت. . . حاول أن تلقى نظرة حولك، وتدبر بنفسك أمر هذه المواد وتلك الأشياء ذات الألوان الزاهية الجميلة ، وكيف تحولت هذه الأشياء بفضل البلاستيك من مجرد أدوات عادية إلى قطع فنية فيها جمال وفيها زهو ... وهى فوق ذلك أكثر فائدة مما كانت عليه ، وأتم كفاية لتأدية وظيفتها . . . !



١٢ ـ المطاط

منذ عدة قرون خلت ، كان بعض الهنود الحمر الذين يقطنون جنوب أمريكا ووسطها يضربون فى جذع شجرة غريبة عثروا عليها فى الغابة ، فإذا بالقشور الخارجة تتحطم ، وإذا بقطرات من السائل الذى يشبه اللبن تسيل على الأرض . . . ووقف الهنود أمام جذع الشجرة يرقبون قطرات السائل ، أو قطرات الدموع كما صور لهم ، وأطلقوا على هذه الشجرة اسم « الخشب الباكى » . . . !

ووجد الهنود أن هذه الدموع التى تشبه اللبن تتحول فى الهواء إلى مادة مرنة متجمدة ذات طبيعة غروية ، تتردد فوق الأرض عند قذفها ، ولم يمض طويل زمن قبل أن يعرف الإسبان بعد استكشاف أمريكا ، أن قبائل « الأرنك » من الهنود الذين يقطنون المكسيك يستخدمون نوعاً من الكرات للعب ، تشبه تلك المستخدمة فى لعبة كرة السلة فى وقتنا هذا ، وعند ما عاد الإسبان إلى أوروبا حملوا معهم بعضاً من قطع هذه المادة الغروية العجيبة ، ورأى جوزيف بريستلى بعضاً منها ، فسجل مشاهدته قائلا : « لقد رأيت مادة رائعة تلائم بصفة خاصة محو علامات الأقلام الرصاص من فوق الورق . . . » .

ومن هذه الصفة ، صفة المحو أو المسح للكتابة بأقلام الرصاص، استمدت

المادة الجديدة اسمها « الممحاة Rubber » ، وهى ما نعرفها فى لغتنا العربية باسم المطاط .

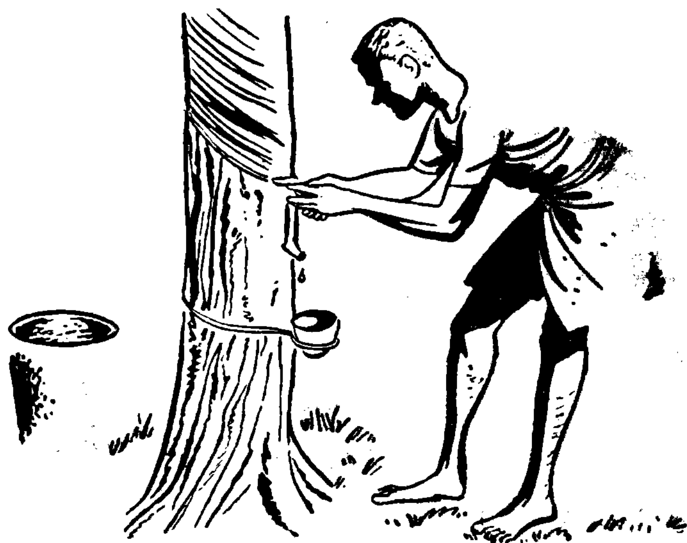
وبدأ الناس فى أوروبا وأمريكا يبحثون عن وجوه جديدة لاستخدام المطاط ، عدا محو آثار الرصاص من فوق الورق ، فوجد أن الملابس المغطاة بطبقة من المطاط تكتسب صفة المناعة ضد نفاذ الماء Waterproof ، إلا أنها تصاب بسرعة الالتصاق بعضها ببعض فى الجو الحار ، وتصاب بالجمود والصلابة فى الجو البارد ، ومع ذلك فإن المطاط بدأ يستخدم فى صناعة الأحذية والخراطيم وأغطية العربات وبعض الأدوات الأخرى .

واستطاع مخترع أمريكى أن يحل مشكلة عدم ملاءمة المطاط للصناعة ، حلها بطريق المصادفة تماماً ، هذا المخترع الأمريكى يدعى « تشارلز جوديير Charles Goodyear » ، فقد حدث ذات يوم بينما كان يشتغل فى معمله بمخلوط المطاط والكبريت إذ انسكب من « جوديير » بعض منه فوق سطح ساخن وهنا لاحظ « جوديير » أن المطاط احتفظ بمرونته ، وكشف الرجل الدقيق الملاحظة السبب فى هذا التغير الذى أصاب طبيعة المطاط ، فمضى فى تجاربه إلى أن نجح تماماً وسجل باسمه اختراعه الفريد ، اختراع « المطاط المكبرت » أو ما يعرف باسم Vulcanized Rubber نسبة إلى Vulcan إله النار عند الرومان .

وكان هذا الاختراع بداية عهد جديد فى تاريخ المطاط ، فقد ازداد الطلب عليه وعلى زراعته ، فبدأت مزارع المطاط المتسعة تغطى المناطق الحارة التى ترتفع فيها نسبة الرطوبة فى الشرق الأقصى وفى جنوب أفريقيا .

والمطاط السائل الذى يسمى « باللبن » يأتى غالباً من أشجار مطاط « البارا paro » التى تنمو إلى ارتفاع خمسين قدماً ، وليس اللبن كله عبارة عن مطاط ، بل تبلغ نسبة المطاط فيه حوالى الثلث والباقى ماء .

ويجمع السائل ، بإحداث فتحات فى جذع الشجرة حيث يتساقط السائل قطرة قطرة تجمع فى آنية خاصة ، ويمضى العمال يجوبون هذه المزارع يفرغون الأوانى ، ويحدثون فتحات جديدة فى الجذوع الضخمة الباكية . . . !

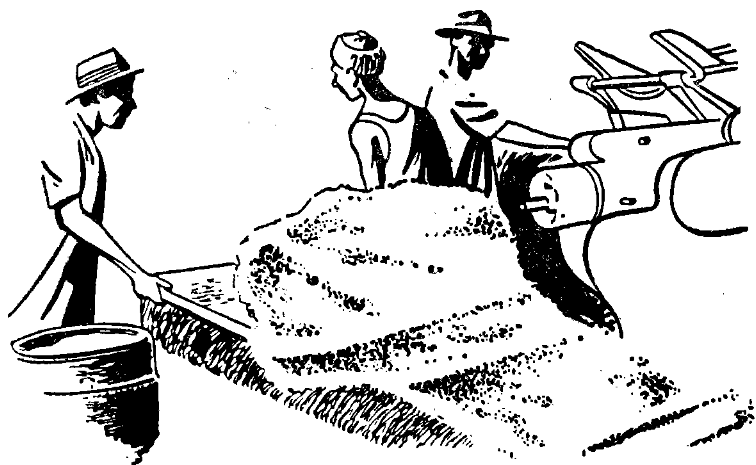


المطاط السائل يجمع فى فنجان . . . قطرة قطرة . . .

ويجمع السائل كله فى نقطة مركزية حيث يصفى من القاذورات ثم يضاف إليه الحامض حيث تتماسك جسيمات المطاط الدقيقة بعضها ببعض فتصبح كالعجينة ، ثم تمرر هذه العجينة بين عجلات خاصة تضغطها وتعتصر ما بها من الماء ، ويخرج المطاط فى صورة ألواح مجمدة تشبه أوراق الكريب ولذلك تعرف باسم « المطاط الكريب » ، وهذا النوع من المطاط يستخدم فى صناعة أحذية الألعاب الرياضية المعروفة باسم « الأحذية الكاوتشوك » .

وفى بعض مزارع المطاط تؤخذ ألواح المطاط وتجفف فى حجرات خاصة تعرف بحجرات التدخين ، قبل أن تحمله البواخر إلى المصانع ، وبعض اللبن السائل ، أو المطاط السائل ، يحفظ على حالته السائلة حيث يوضع فى مراجل ضخمة ، وهذا يشكل بدوره لصنع بعض البضائع مثل القفازات ، وأغطية الرأس التى تستخدم عند الاستحمام ، وكذلك ألواح الاستحمام ، أو « اللوفة »

المطاط . ومع ذلك فأغلب الأدوات التى تصنع من المطاط إنما يستخدم لصنعها « المطاط المكبرت » بوجه عام ، فيحول المطاط الطبيعى إلى عجينة لينة يضاف



المطاط الكريب يخرج فى شكل ألواح مجمدة

إليها الكبريت وبعض المواد الأخرى ، تقوم بملء الفراغات بين حبيبات المطاط ، هذه المواد تعمل على تحسين الناتج النهائى ، وتعطيه اللون المطلوب ؛ فمثلا المطاط الخام الأصفر الباهت يتحول إلى الأسود اللامع المستخدم فى صناعة الخراطيم وعجلات السيارات بإضافة الكربون الأسود الذى هو عبارة عن مسحوق ناعم جداً من الفحم وبعد ذلك يصب المطاط ، أو يضغط فى الشكل المراد له ، وتجرى له عملية « الفلكنة » باستخدام الحرارة والضغط .

ويقدر ما يستخدم فى صنع عجلات السيارات بثلاثة أرباع إنتاج العالم من المطاط ، ويصنع الجزء الأساسى فى العجلة من شرائح المطاط المسطح التى تتخللها حبال القطن أو الريون أو النايلون ، لتمنح المطاط القوة والمتانة اللازمة ، ثم توضع العجلات فى قوالب خاصة حيث تجرى لها عملية الفلكنة ، وبعد ذلك تهذب وتنظف ، لكى تأخذ شكلها النهائى .

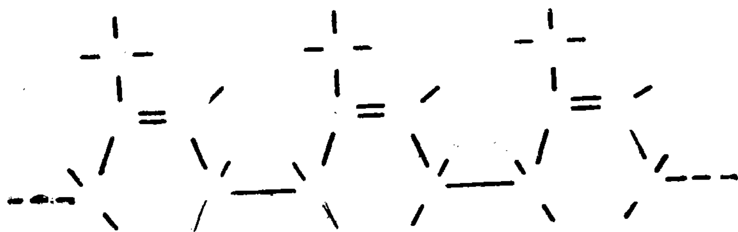


توضع العجلة المطاط فى القالب ثم تجرى لها عملية الفلكنة

وقد حدث فى أثناء الحرب العالمية الثانية أن غزت اليابان دول الشرق الأقصى المنتجة للمطاط الخام ، هذا فى الوقت الذى تضاعفت فيه حاجة الغرب للمطاط ، لصنع العجلات اللازمة للدبابات والطائرات والسيارات ولصناعة قوارب النجاة والبطاريات أيضاً .

ولكن هذا الحدث لم يكن مفاجأة مزعجة لعلماء الكيميا ، الذين ظلوا أعواماً طويلة يدرسون كيميا المطاط ، ويبحثون عن المواد التى يمكن أن تستخدم بديلا عنه ، ومن هذه التجارب أدركوا أن المطاط عبارة عن مركب من عائلة الأيدروكربونات يضم ثمانى ذرات من الأيدروجين مع كل خمس ذرات من الكربون ، والحقيقة أنه بمجرد ترك مركب الأيزوبرين (ك $_{٥}$ يد $_{٨}$) isoprene فترة قصيرة ، تغير إلى مادة تشبه المطاط تماماً ، بعد أن تجمعت جزيئاته .

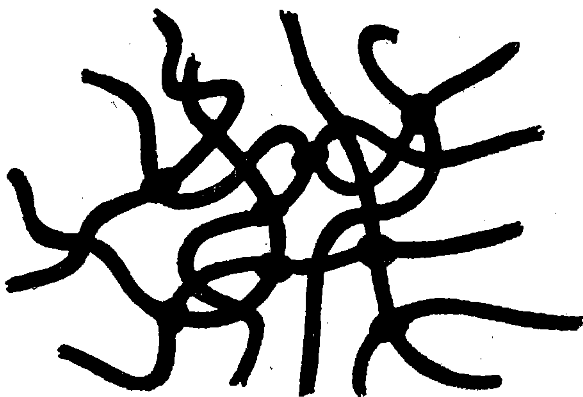
ويعتقد العلماء أن كل جزىء من المطاط الطبيعى عبارة عن سلسلة من جزيئات مركب « الأيزوبرين » تضم حوالى عشرة آلاف مجموعة منه وقد تشابك بعضها ببعض . وأنت ترى هنا رسماً تخطيطياً لجزء مسطح من مثل هذه



هذا جزء صغير من جزىء المطاط الطبيعى

السلسلة ، التى تتعرج وتلتوى مثل السلك ، وهذا ما يعطى المطاط مرونته المعروفة .

وتتشابك هذه الجزيئات الطويلة من المطاط بعضها ببعض مكونة ما يشبه الشبكة ، فإذا ما تعرض المطاط لعملية « الفلكنة » ، فإن ذرات الكبريت تقوم بعملية شبك جزيئات المطاط بعضها ببعض فى مواضع عديدة ، فتتحول كتلة



عملية الفلكنة تجعل جزيئات المطاط الطويلة تتشابك بعضها ببعض

المطاط إلى جسم متماسك قوى ، فإذا وجدت عقد قليلة متشابكة فإن المطاط يكون مرناً وليناً ، أما إذا زاد عددها ، أصبح المطاط صلباً كثيفاً كذلك المستخدم فى صناعة أمشاط غير القابلة للكسر.

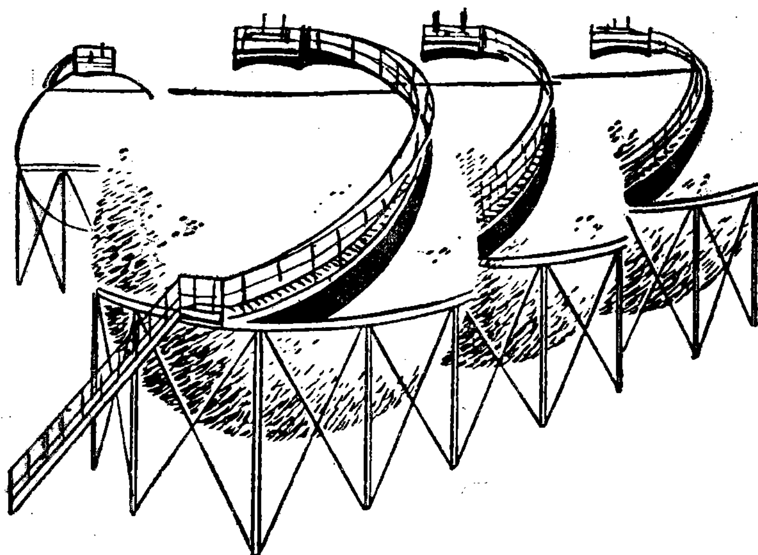
وبالوقوف على هذه المعلومات كلها ، أدرك العلماء أن الوسيلة للحصول على مطاط صناعى ، هى الوصول أولا إلى وسيلة لبناء المركبات ذات السلاسل الطويلة وكان أول نوع من المركبات نجح العلماء فى استخدامه بديلا من المطاط الطبيعى مركب يسمى « نيوبرين Neoprene » وهو يتركب من « الأسيتيلين » (ك $_٢$ يد$_٢$) وحامض الأيدروكلوريك (يد كل) . ورغم أن هذا النوع من المطاط الصناعى أبهظ فى تكاليف صنعه من المطاط الطبيعى إلا أنه يمتاز عنه بعدم تشققه عند تعرضه للبنزين والهواء وأشعة الشمس .

وكانت أمريكا فيما قبل الحرب العالمية الثانية ، تشجع شركتين أمريكيتين للمطاط ، على إجراء التجارب للحصول على المطاط الصناعى ، المعروف باسم « بونا — إس . . . Buna S » ويصنع من مركبين هما « البوتادايين Butadiene » و « الأستيرين Styrene » وهكذا فى الوقت الذى استولت فيه اليابان على مطاط الشرق الأقصى ، قامت عشرات المصانع الأمريكية بإنتاج « بونا — إس » لسد حاجات البلد من المطاط .

وقد أثبت هذا النوع من المطاط فائدته بجدارة ، فظلت مصانع كثيرة حريصة على إنتاجه بعد انتهاء الحرب وعودة موارد المطاط الطبيعى إلى سيرتها الأولى ، وذلك لاستخدامه بصفة خاصة فى صناعة عجلات الدبابات وسيارات النقل .

ويعتبر هذا النوع من المطاط أكثر أنواع المطاط الصناعى شيوعاً ، وهو يشبه المطاط الطبيعى بدرجة كبيرة ، ويكون هذا النوع وحده الآن حوالى أربعة أخماس إنتاج أمريكا من المطاط الصناعى .

ويستطيع علماء الكيميا إنتاج أكثر من ستين نوعاً من بديلات المطاط ، ولكن رجال الصناعة يأبون تسمية هذه المركبات بالبديلات ، لأن المركبات الجديدة لها مزايا لا تتوافر فى المطاط الطبيعى ، ولذلك فهم يسمونها « المطاطات » أو « Elastomers »



يحفظ البيوتادايين فى خزانات ضخمة مستديرة تحت ضغط مرتفع

والبيوتايل Butyl من أجود أنواعها ، ويستطيع الاحتفاظ بعشرة أمثال ما يحتفظ به المطاط الطبيعى من الهواء ، وهذا ما يجعله مركباً مثالياً لصناعة الأنابيب الداخلية — الشنابر — للعجلات المصنوعة من المطاط حيث يختزن الهواء داخل العجلة .

وهناك « الكوروسيال Koroseal» وهو مطاط صناعى ينتمى إلى مجموعة كلوريد الفاينايل ، وهو لا يستمتع بمرونة كبيرة ولكنه يمتاز بصعوبة احتراقه وسهولة اكتسابه للصبغات المختلفة ، لذلك يكثر استعماله فى المظلات والستائر ومعاطف المطر والأحزمة وما إلى ذلك .

وهناك نوع من المطاط الصناعى يعرف باسم « ثيوكول — thiokol » ، وهو ليس فى قوة احتمال المطاط الطبيعى ولكنه شديد الاحتمال لتأثيرات البنزين والشحوم ، ولذلك فهو يرش فوق الآلات حيث لا يلبث أن يكون غلافاً واقياً



الآلات يمكن حفظها برش طبقة من المطاط الصناعى فوقها

حولها يقيها عند حفظها ، يقيها من الصدأ وما إلى ذلك ، وخاصة عند شحن الآلات .

وبنظرة شاملة لجميع أنواع المطاط الصناعى التى سبق ذكرها نجد أن واحداً منها لا يماثل المطاط الطبيعى تماماً ، ومع ذلك فإن علماء الكيميا ماضون فى استنباط ألوان جديدة من المطاط الصناعى لاستغلالها فى أغراض تجد كل يوم . وبعض هذه الأنواع المستحدثة تستهدف وضعها تحت قطع الآلات الضخمة كوسادة تمنع اهتزازاتها ، وبعضها الآخر يراد صنع ملابس منه للوقاية من الكيمويات الحارقة .

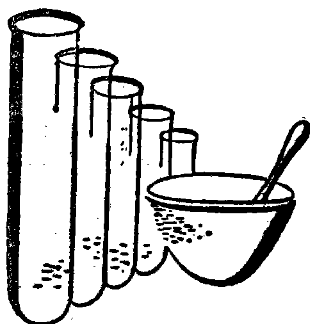
وهناك « المطاط الرغوى Foam Rubber » ، ويصنع بدفع الهواء داخل المطاط السائل تماماً كما تفعل سيدة البيت وهى تستخدم « المضرب » الكهربى لتحويل القشدة إلى رغوة يتخللها الهواء عند صناعة الحلوى ، ويستخدم هذا النوع من المطاط فى صناعة الحشيات — المراتب — والوسائد وقاعدة المقاعد المريحة وغير ذلك مما يستجد .

وهناك قطع معينة من الطائرة ، تصنع من نوع خاص من المطاط الصناعى

وهذه تحتفظ بصلابتها ومرونتها فى ذات الوقت وقوة احتمالها حتى ولو هبطت درجة الحرارة إلى مائة درجة تحت الصفر كما هى الحال فى القطب الشمالى .

ورغم هذه الفوائد كلها التى نجنيها من المطاط الصناعى ، فإن العلماء والمهندسين يؤكدون أن المستقبل كله للمطاط الصناعى ، فما زالت هناك فوائد عديدة لم نجنها بعد ولكننا سنفعل بكل تأكيد ، إن هؤلاء العلماء يؤكدون أننا سننتقل قبل مضى زمن طويل فى عربات تجرى فوق طرق من المطاط الصناعى بدلا من الأسفلت ، أما العربات نفسها فلن تكون فقط ذات عجلات ضخمة من المطاط ، ولكن الجزء الأكبر من هيكلها وأجزائها ستكون هى الأخرى من المطاط . . .

فأهلا بعصر المطاط . . . ! !



١٣ ـ مزيد من طيبات الكيميا

ربما استطعت فى ضوء ما قرأته حتى الآن أن تتفهم الحقيقة بصورة أدق ... الحقيقة التى تتلخص فى أن الكيميا تحيط بحياتنا من كل طرف وتؤثر فيها بطرق مختلفة ، والحقيقة أيضاً أننا حتى الآن لم نفعل أكثر من محاولة للبداية ؛ إذ ليس هناك من كتاب واحد ، ولا مجموعة كاملة من الكتب ، يمكنها أن تحصر كل منافع الكيميا ، ومع هذا فعلم الكيميا يجرى فى عملية تسابق مذهلة ، فلا يمضى يوم واحد بغير كشف أو أكثر فى هذا الميدان .

ولكى نوضح لك حقيقة قصة الكيميا ، وما تؤديه للإنسانية ، فقد رأينا أن نطلعك على قليل من بعض الفروع الهامة فى علم الكيميا ، التى لم نذكرها فيما سبق .

الدهانات « الطلاء » :

اغمس الفرشاة فى الماء ثم انثر هذا الماء فوق جدار ، فإن الماء سيجف بعد قليل بعملية التبخر ، ولكن استبدل الماء بنوع من الطلاء « الدهانات » فإن



عاون على استحداث دهانات جديدة

الدهان سيجف ولكن بطريقة أخرى ، بطريقة التفاعل الكيموى ، حيث يتأكسد الزيت الموجود فى الدهان ويكون طبقة جلدية متماسكة ، ومع الزيت تخلط قاعدة خاصة بالدهان مثل مسحوق الرصاص الأبيض أو مسحوق أكسيد الخارصين ، الذى يمنع حدوث مثل هذه الطبقة السطحية فى الطبقات الداخلية من الدهان، وإذا حدث أن كان الدهان ملوناً أضيفت إليه مركبات كيموية ذات ألوان مناسبة .

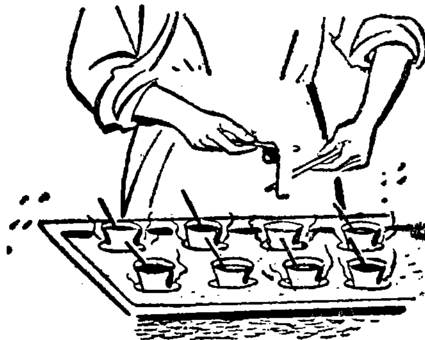
وقد توصل علماء الكيميا الذين يتناولون هذا الفرع إلى استحداث طرق عديدة لإنتاج ألوان جديدة فى تلك الصناعة ، فلدينا الآن « دهانات البلاستيك Plastic Paints » ولدينا الدهانات ذات « القواعد المطاطة Rubber Base » التى لا تتأثر بعوامل الطقس ، وهناك دهانات الكايزين التى تذوب فى الماء ، وهناك أيضاً الدهانات التى لا تتأثر بالحرارة .

الأصباغ :

منذ مائة عام فقط ، كانت الأصباغ التى نستعملها لا نستطيع الحصول عليها إلا من النباتات أومن الحيوانات أو من التربة ، وكانت هذه الأصباغ غالية

الثمن رديئة النوع بصفة عامة ، أما الآن فتكاد جميع الأصباغ تستخرج من « قار الفحم » بوساطة عدة طرق كيموية معقدة .

إننا نستخدم الآن حوالى خمسة آلاف لون من الأصباغ ، نستخدمها فى صباغة الملابس ، ولكى نحكم على واحدة منها بالجودة يجب ألا تحدث ضرراً بالأنسجة التى تصبغ بها ، ويجب أيضاً ألا تزول بالغسل أو تحول « تبهت » بفعل الجو .



أوعية الأصباغ يجرى اختبارها فوق منضدة بخارية

وهناك أنواع أخرى من الأصباغ تستخدم فى تلوين دهانات الأحذية ، والشموع ، والصابون ، والحلوى وغير ذلك .

الجلود :

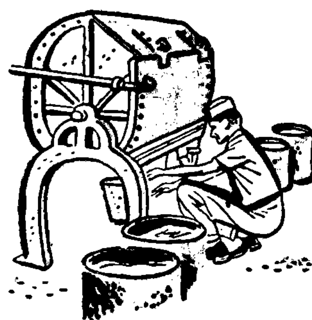
استخدم الإنسان جلود الحيوان منذ آلاف السنين ، منذ عرف أن الحرارة والتدخين يمكن بوساطتهما حفظ جلود الحيوان صالحة لاتخاذها ملبساً أو أى شيء آخر ، وبعد ذلك أدرك الإنسان ، أن ثمة مادة توجـد فى الطبقات الخارجية من جذوع بعض الأشجار ، لا تؤدى فقط مهمة الحرارة والدخان ، ولكنها تجتث أيضاً الشعر الذى يغطى هذه الجلود .

وهذه الطبقة التى استكشفها الإنسان منذ آلاف السنين تكاد تكون هى نفس الطريقة المتبعة اليوم ، فتغمر الجلود الخام فى الحامض حيث تنتفخ ، ثم تنقل

منها إلى خزانات ضخمة تضم القشور الخشبية الخاصة ، التى تحوى مادة كيموية تعرف باسم « تانين Tanin » وهذا يقوم بتحويل الجلود الخام الكريهة الرائحة ببطء إلى تلك الجلود المهذبة التى نعرفها .

وهناك طريقة حديثة وسريعة ، تستخدم فيها مركبات الكروميوم بدلا من « التانين » وهى تستخدم الآن على نطاق واسع .

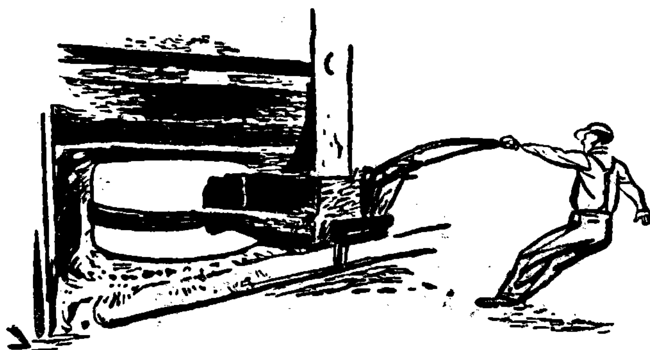
يوجد الآن أبدال للجلود تصنع من النسيج المغطى بطبقة من المطاط أو البلاستيك ، ولكن أغلب أمتعتنا ما زالت تصنع من الجلود الطبيعية ، الأحذية والقفازات والأحزمة وأغطية الأثاث وغير ذلك .



أنواع الحلوى المختلفة يجرى مزجها بوساطة آلات مصنوعة من المعدن غير القابل للصدأ

الحلوى :

هذه بالطبع هى الفرع الحلو فى علم الكيميا الصناعية . فعلماء الكيميا يسهرون على مزج السكريات بالمواد الكربوهيدراتية مثل أنواع الشراب وعسل النحل والمولاس — العسل الأسود — ومنتجات الألبان ، ليخرجوا منها بعد إضافة الروائح المختلفة أنواع الحلوى الرائعة التى نعرفها ونتذوقها ونحتفى بها فى أعيادنا وأفراحنا ، والتى يقدر ما تستهلكه أمريكا وحدها منها بمليون ونصف مليون رطل فى العام الواحد .

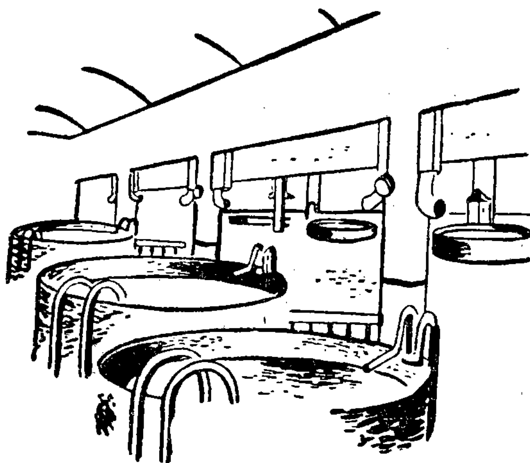


صهر الزجاج فى أوان ضخمة

الزجاج :

الزجاج هو أقدم ما عرف الإنسان من أنواع البلاستيك ، ومع ذلك فإن فوائده اليوم تفوق ما كان عليه فى الماضى ، ويصنع بصهر الرمال وتحويلها إلى سائل ، وهى عبارة عن أكسيد السليكون (س ا $_٢$) ، مع إضافة الصودا أو الجير .

وتصنع أنواع مختلفة من الزجاج لاستخدامها فى الأغراض المختلفة مثل ألواح النوافذ ، والعدسات وأدوات المائدة ، و « الزجاج المغزول Spun Class » يصنع بوساطة عملية دفع للزجاج السائل داخل ثقوب دقيقة وشد لمادة الزجاج على صورة خيوط دقيقة جداً ، والنسيج المصنوع من هذه الخيوط الزجاجية مرن ومتين جداً ، ولا يتأثر بالهواء أو الماء أو المواد الكيموية ، وهو لا يتأثر بالحرارة أيضاً ، ولذلك يستخدم فى صناعة الستائر .



الصابون يمزج جيداً فى صورة عجينة ناعمة

الصابون :

تستهلك الأسرة الأمريكية المتوسطة حوالى مائة رطل من الصابون سنويًّا ، والصابون مركب عضوى يصنع بتعريض الزيوت المضاف إليها الصودا الكاوية (ص يد ا) للغليان ، ثم يضاف ملح الطعام إليها فى أوعية ضخمة تتسع كل منها لحوالى ١٧٥ طنًّا ، ويعمل الملح على فصل الشوائب ، ثم يعجن الخليط ويمزج جيداً متحولا إلى عجينة ناعمة الملمس متجانسة ، وفى نفس الوقت تضاف الألوان والروائح العطرية ، وبعد تحويل العجينة الناتجة إلى ألواح كبيرة تقسم إلى قطع متساوية مختلفة الأشكال والأحجام .

وعملية التنظيف التى يستخدم فيها الصابون تتلخص فى تحطيم طبقة الدهن الرقيقة التى تعلق بها القاذورات ، ثم يأتى الماء فيزيلها .

ويطلق اسم « منظف » على كل مادة تقوم بعملية التنظيف ، وكان الصابون هو المنظف الأول إلى عهد قريب ، ولكن جدت منظفات كيموية تصنع من

زيت البترول بدلا من الزيوت والدهون النباتية والحيوانية ، فأصبحت هذه المواد الصناعية هى وحدها التى يطلق عليها اسم « منظفات » . وقد أثبتت أنها تفضل الصابون حيث تقوم بعملية التنظيف بمهارة أكبر ، ولا يتخلف عنها فضلات .

مستحضرات التجميل :

هذه هى أهم ما يشغل الجنس اللطيف فى عالم الكيميا ، لأنها تضم بودرة الوجه ، وأحمر الشفاه وكريمات تنعيم البشرة ودهانات الشعر .

وبودرة الوجه قد تضم مسحوق الطباشير والتلك وأكسيد الخارصين والنشا والطفل ومواد ملونة أخرى عطرية ، أما أحمر الشفاه فخاماته هى شمع عسل النحل مخلوطاً بحمرة مأخوذة من أصباغ قار الفحم ، مع إضافة قليل من الزيت لتليين الشمع .

وما يعرف بالكريم البارد Cold Cream ليس سوى خليط هش من الماء والزيت ، أو اللانولين Lanolin ، وهو عبارة عن شحم يؤخذ من صوف الأغنام .

ومما يذكر أن المصريين القدماء هم أول من عرف المطرّيات «مستحضرات التجميل » ، فوضعت حواء المصرية « البودرة » ، وجملت عينيها بالكحل ، واستخدمت أنواعاً عديدة من مساحيق الجمال منذ حوالى سبعة آلاف سنة ، واليوم أصبحت كيميا صناعة التجميل من أهم فروع الكيميا ، وباتت ملايين الجنيهات تذهب سنوياً ثمناً لهذه المواد .

الكشف عن الجريمة :

كل عالم فى هذا الكون يعتبر مخبراً سرياً ، لأنه يسعى بصفة مستمرة للكشف عن أسرار الطبيعة ، ومع ذلك فإن عالم الكيميا يسهم إلى جانب كشفه عن أسرار الطبيعة فى الكشف أيضاً عن أسرار الجريمة ، فيأخذ بيد رجل البوليس وهو يتلمس الطريق مقتفياً آثار الجريمة . فقد تكشف قطعة من النسيج ، أو شعرة دقيقة أو بقعة صغيرة يعثر عليها فوق مسرح الجريمة ، قد تكشف هذه

عن مرتكب الجريمة وعن الطريقة التى تم بها ارتكاب الجريمة ، والعالم الكيموى وحده هو الذى يستطيع أن يستنطقها ويسألها ، ويحصل منها على الجواب الصحيح .

وفى واشنطن ، وفى كل عاصمة متقدمة ، يلحق عادة بالهيئات البوليسية معامل كيموية كاملة حيث يمكن تحليل جميع المواد وتحديد نوعها وصفاتها .

المبيدات الحشرية :

هذه هى المركبات الكيموية التى تستخدم لقتل الحشرات الضارة ، التى تفسد الغلات الزراعية ، وتتلف أثاثات البيت ، أو تلك التى تحمل جراثيم المرض ، ومن أجود أنواع المبيدات الحشرية ، ذلك الذى استطاع علماء أمريكيون تحضيره خلال الحرب العالمية الثانية وهو المعروف باسم «د. د. ت» وهذا هو الاسم المختصر المستمد من الاسم الكيموى Dichloro Diphenyl Trichloroethane



وعند رش محلول من الـ « د. د. ت » فى الهواء ، فإن طبقة رقيقة جداً من بللورات هذا المركب تنتشر حيثما كانت عملية الرش ، هذه البللورات تظل مدة طويلة ، قادرة على قتل الحشرات التى تقترب منها .

وهناك عشرات الأنواع الأخرى من المبيدات الحشرية ، بعضها تستخدم له عملية التعفير ، وبعضها يرش فوق المحصولات الزراعية ، وبعضها يستخدم فى الصورة الغازية ، أو ما يعرف بطريقة التدخين .

منتجات الأخشاب :

إلى جانب استخدام الخشب فى صورته الطبيعية كقوائم صلبة ، أو ألواح كبيرة ، فإن مادة الخشب وهى السليولوز يمكن استغلالها فى صناعة البلاستيك ، وكذلك الكحول والصمغ ، والسكر أيضاً يمكن الحصول عليه بمعالجة الخشب كيموياً . . . !

ومن أهم منتجات الخشب الورق ، وغالباً ما يصنع من خشب أشجار الصنوبر والحور ، ويحول أولا إلى اللب بوساطة الضغط والسحق ، وللحصول على أنواع جيدة من الورق ، تضاف المركبات الكيموية إلى عجينة اللب للتخلص من الشوائب واستخلاص مادة السليولوز التى تكاد تكون نقية تماماً .

وتجرى لعجينة اللب عملية تبييض ، ثم تمزج بالنشا أو ما يعوض عنه ، ثم تفرد الألياف لتكون ألواحاً رقيقة جداً ، ثم تضغط هذه الألواح بين عجلات خاصة تمنحها نعومة السطح التى نراها واضحة فى الورق .

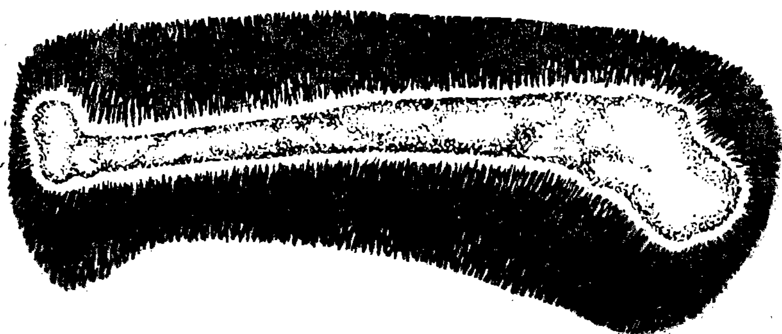
التصوير :

كل خطوة فى صناعة الصورة وإنتاجها تعتمد على الكيميا ، فعند التقاطك الصورة يتسلل الضوء من المكان الذى تصوره إلى داخل آلة التصوير عن طريق العدسة حيث يصيب « الفيلم » ، هذه الأشعة الضوئية تحدث تغيراً كيموياً فى مركبات الفضة التى تغلف « الفيلم » ، ثم يجرى تحميض الفيلم فى محلول كيموى ، فينتج

« النيجاتيف Negative » ، أى الصورة السلبية أو المضادة تماماً فى الشكل .

وبتعريض « النيجاتيف » للضوء وقد ثبتت فوق ورقة مغطاة بطبقة كيموية خاصة ثم طبع هذه الورقة تنتج نسخة مطبوعة من الصورة الحقيقية .

أما التصوير الفوتوغرافى الملون ، فيتطلب عمليات كيموية أكثر تعقيداً ، للاستعانة بالأصباغ المختلفة فى إخراج الصور مشابهة فى ألوانها للطبيعة .



هذه العظمة تم تصويرها بتوهج الذرات النشطة فى داخلها

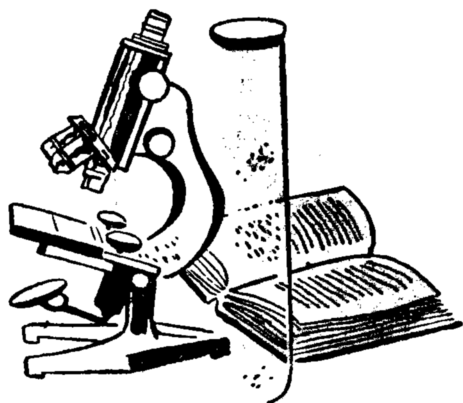
الطاقة الذرية :

هذه فى الحقيقة يجب تسميتها « الطاقة النووية — Nuclear Energy » لأنها تتناول النواة أو الجسم المركزى فى الذرة ، ولهذا فإن البحث فى هذا الموضوع ينتمى إلى الطبيعة أكثر منه إلى الكيميا ، ومع ذلك فإن علماء الكيميا هم الذين يقومون بفصل وتنقية المواد الضرورية لبناء الأفران والمفاعلات الذرية ، التى ستستخدمها فى القريب العاجل مصانع لإنتاج الطاقة .

والمواد النشطة التى يمكن أن تنتج داخل الفرن الذرى يفيد منها علماء الكيميا فى عملهم ، فعند إدخال بعض الذرات النشطة فى بناء مركب كيموى ،

أمكن للعلماء الوقوف على معلومات هامة بالنسبة للطريقة التى تنضم بها الذرات داخل جزيئات المركب بعضها إلى بعض .

ويعمد علماء الكيميا الحيوية إلى الاستعانة بالكيمويات المنشطة أو المشعة فى تغذية النبات والحيوان ، لاقتفاء أثر الطعام داخل الكائن الحى ، وتتبع ما يحدث له فى جسمه ، وما يعتريه من تغيرات فى العمليات الحيوية المختلفة التى تقوم بها الآلة ، سواء كانت نباتية أم حيوانية .



١٤ ـ مكانك فى عالم الكيميا

ربما تساءلت بعد ما قرأت عن الكيميا ، وبعد ما علمت مدى ما أدته لك علوم الكيميا : هل أستطيع أن أتخذ من الكيميا عملاً لى فى حياتى المستقبلة . . . ؟

ولا شك أنه سؤال جدير بالتقدير والاعتبار . . . !

ففى أمريكا اليوم أكثر من ١٥٠ ألف شخص عملهم الوحيد هو صناعة الكيميا ، وما زال هذا العدد فى ازدياد مطرد ، فالكيمويون مطلوبون فى المصانع والجامعات ، مطلوبون فى معاهد البحوث والمستشفيات ، فى المعامل الخاصة الملحقة بالوزارات ، ومعامل الاختبارات ، وعشرات من الأماكن الأخرى ، تسعى إلى طلب الكيمويين ، وفى هذه الجهات كلها تتنوع الأعمال التى تحتاج إلى درجة معينة من التدريب .

ولنبدأ أولا بهؤلاء الذين يعملون فى بحوث الكيميا ، إنهم يقضون وقتهم فى التجارب التى تنتهى بهم إلى النظريات الرائعة التى تضيف الجديد إلى معلوماتنا عن الكيميا ، ومثل هؤلاء درسوا الكيميا فى الجامعات وحصلوا على درجات عالية

فيها وهم فى سبيلهم إلى الحصول على درجات أخرى ليست أعلاها درجة الدكتوراه .

وبعض هؤلاء الباحثين يعملون فى الجامعات إلى جانب البحث فيوزعون وقتهم بالتساوى بين البحث العلمى الخالص والتدريس فى المعاهد العالية .

والكيموى الذى حصل على درجة عالية من التدريب العملى ، قد يتجه إلى المصنع حيث يعمل على تحسين نوع الإنتاج ورفع مستواه ، وقد رأيت الكثير من أمثلة المنتجات فى الصفحات السابقة ، ومثل هذا الكيموى يعرف باسم المهندس الكيموى .

وبعد أن يكشف الباحث الكيموى النظريات والقواعد العلمية . . . وبعد أن يسهر المهندس الكيموى على تحسين نوع الإنتاج ، فلا يزال هناك الكثير مما يحتاج إلى أولئك الذين يفهمون الكيميا ويهضمونها . . . هناك مهندسو البيع ، وهؤلاء عليهم أن يقوموا بجولات فى المصانع يتباحثون مع الإداريين فيها ويقنعونهم بضرورة استخدام الحديث من منتجات الكيميا . . . وهناك أيضاً الكتاب الفنيون ، الذين درسوا الكيميا ، هؤلاء يقومون بإعداد الكتيبات التعليمية ، ويضعون التقارير والمواصفات الخاصة بالمنتجات الجديدة .

هؤلاء جميعاً لا بد أن يكونوا قد تلقوا دراستهم فى الكيميا بالمعاهد ، أو تعلموها بطريقة عملية تدريبية بين أحضان المعامل والمصانع ، تعلموها من واقع حياتهم وليس من بطون الكتب .

وحيثما وجد العمل الكيموى فلا بد من وجود مساعدين فنيين ، أو مجرد مساعدين فى المعمل ، يقفون بجانب الكيمويين المتخصصين ، وهؤلاء قد تكون دراستهم للكيميا مقصورة على فترة وجيزة بعد تخرجهم فى المعاهد العليا ، وبعضهم قد يكون تلقى برنامجاً دراسياً معيناً يؤهله لهذا العمل .

والنساء كالرجال يستطعن أن يجدن ما يبعث اهتمامهن فى عالم الكيميا ، وفى أمريكا تكون النساء ٥٪ من عدد المشتغلين بالكيميا كلهم ، وهناك بعض

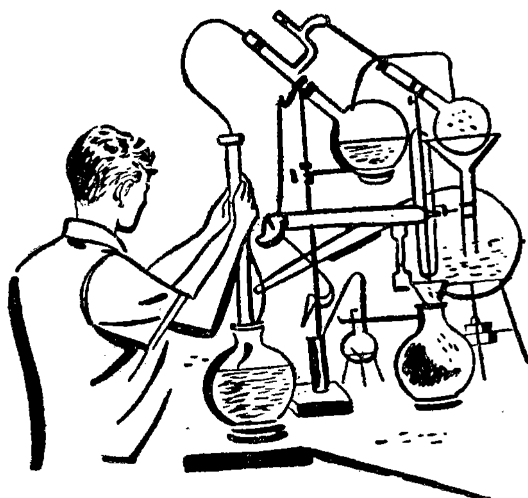


أمينة المكتبة الكيموية يجب أن تعرف لغة الكيميا

الأعمال الكيموية يزيد فيها عدد النساء على عدد الرجال ، وعلاوة على ذلك فالفتاة التى تعرف ولو شذرات من علم الكيميا ، يمكنها أن تتولى أعمال السكرتيرية الخاصة فى المراكز الكيموية الهامة ، فى حين أن تلك التى درست فن المكتبات ، وتستطيع فهم لغة الكيميا ، يمكنها أن تعمل أمينة المكتبة الكيميائية فى جامعة من الجامعات أو فى معامل مصنع من المصانع الكبرى .

والآن كيف يمكنك الإجابة عن السؤال الخالد . . . هل فى استطاعتك أن تمضى عاملا فى بلاط صاحبة الجلالة الكيميا . . . ؟

يجب أن تعرف قبل كل شىء أنه لا داعى إطلاقاً لأن تحمل فى رأسك عقلا مميزاً لكى تحمل جواز المرور إلى الحقل العلمى . إن الأساس هو أن يكون لديك الرغبة الكافية والاهتمام بالموضوع ، أما الإمكانيات التى يجب توافرها فيمن اختار العلم صنعته ، فهى تنمو مع عملك بمضى الوقت ، فإذا



كنت ممن يهيمون بالقراءة عن المستكشفين ويهتمون بالاطلاع على الموضوعات العلمية الحديثة ، فيمكنك أن تفكر جدياً فى عملك المستقبل ليكون صناعة الكيميا . . . !

ويمكنك أن تبدأ الآن . . . تبدأ بالقراءة والاطلاع ، حاول أن تقرأ كل شىء عن علماء الكيميا وأعمالهم ، وحاول أن تزور المصانع القريبة منك وتقوم بجولة فى معامل البحوث بها .

وإذا تصادف أن كان لبعض أصدقائك نفس الرغبة والهواية ، فحاول أن تجمع الزملاء وتكونوا معاً « نادى الكيميا » ، وستجد عشرات الكتب التى تحكى لك كيف يمكنك إجراء تجارب كيموية شائقة جداً ، باستخدام مواد عادية ، ستجدها فى متناول يدك .

وهكذا أمكنك الحصول على البداية الرائعة ، بشرط أن تقرر الانضمام إلى عالم الكيميا الرائع . . . ! !



تم إيداع هذا المصنف بدار الكتب والوثائق القومية
تحت رقم ٣٣٣١ / ١٩٧١

مطابع دار المعارف بمصر
سنة ١٩٧١